

Procedimiento de cálculo de la Land Surface Temperture (LST) y Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) con imágenes de Landsat-8 en ArcGIS

ABRIL 2019



Universitat Politècnica de Catalunya

Centre de Política de Sòl i Valoracions

REPORT

Este documento forma parte de una serie de guías para la utilización de imágenes satelitales en los estudios territoriales. Particularmente, este documento presenta el procedimiento para calcular la Land Surface Temperature (LST) y el Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) con imágenes del satélite Landsat-8 OLI/TIRS con las herramientas de ArcGIS.

Realización

Alan García Haro
Arquitecto
Máster en Estudios Avanzados en Arquitectura (UPC)

ABRIL 2019

Extracción de LST y NDVI de imágenes de Landsat-8 con ArcGIS

Alan García-Haro
alangarciaharo@gmail.com
Abril 2019

Contenido

Introducción ArcMap

- Guardar área de trabajo
- Recomendaciones generales
- Crear Geodatabase
- Agregar datos

Pre- procesamiento Landsat-8

- Coordenadas de proyección
- Cortar por área de estudio
- Definir valores nulos
- Convertir DN a reflectancia
- Convertir DN a radiancia

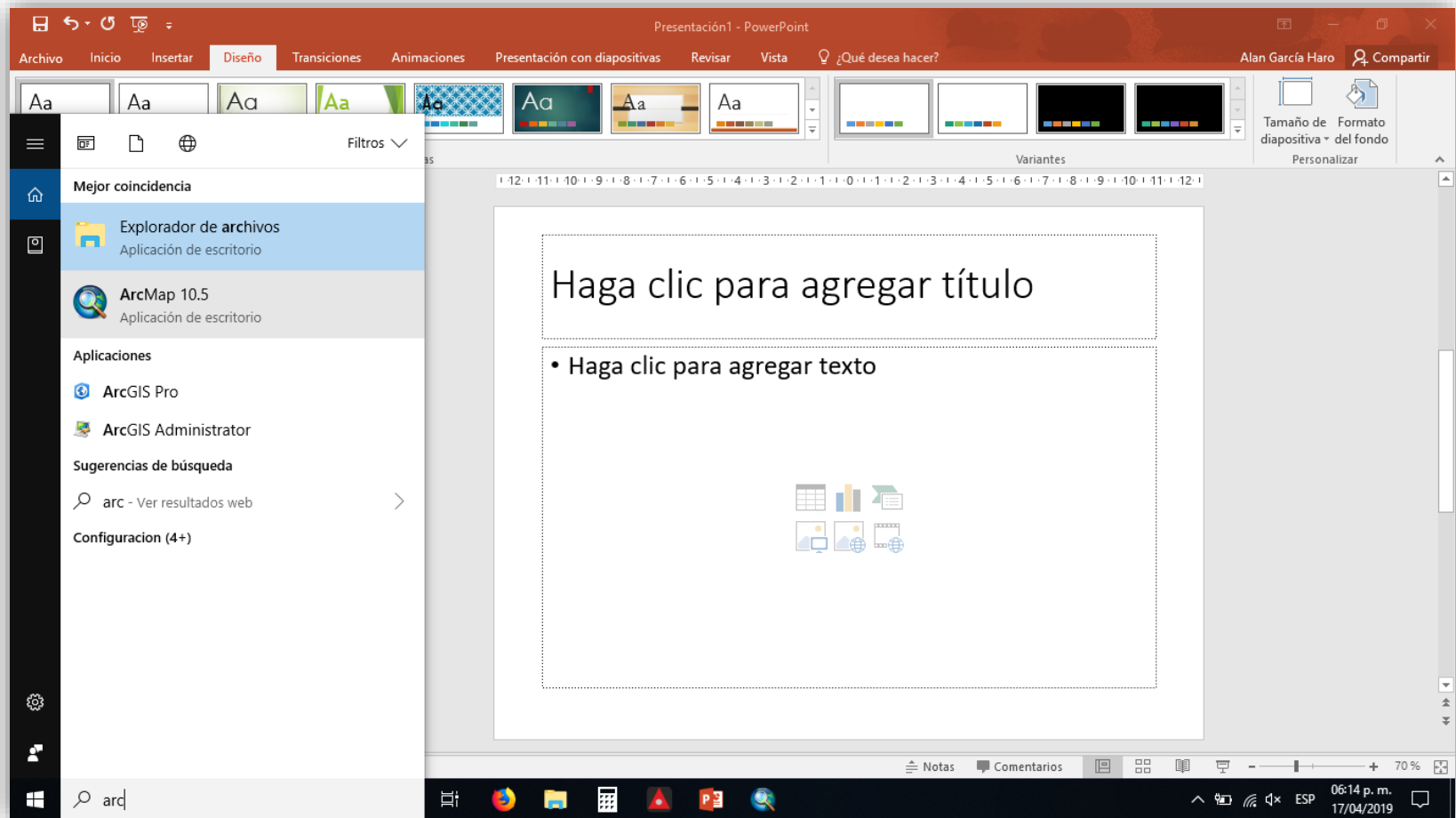
Cálculo y recuperación de información de Landsat-8

- Color natural
- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- Land Surface Emissivity (LSE) – Emissivity
- Sensor Brightness Temperature (BT)
- Land Surface Temperature (LST)

Preparación de archivo de trabajo

Guardar área de trabajo

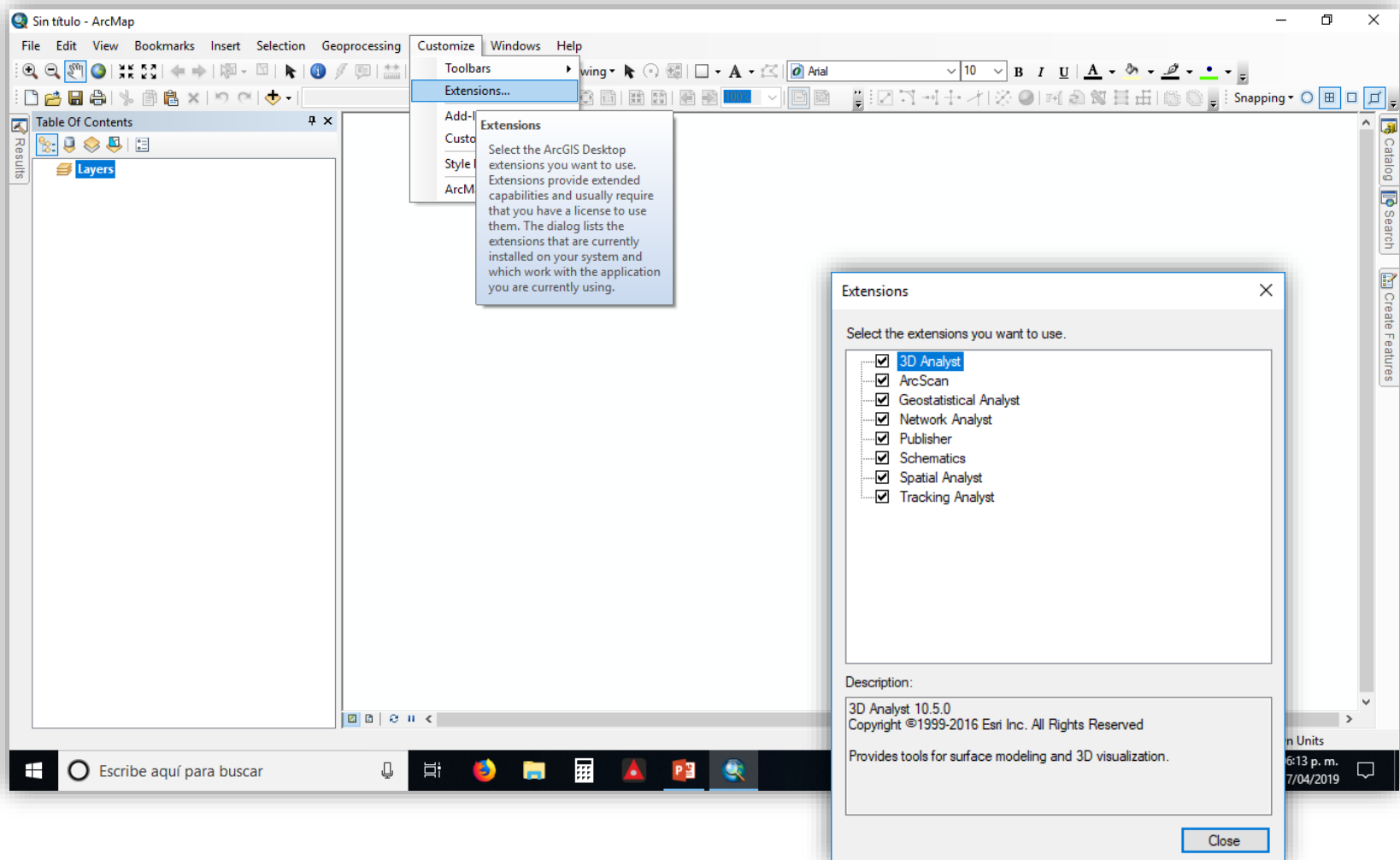
Abrir “ArcMap”



Habilitar extensiones

Customize>Extensions

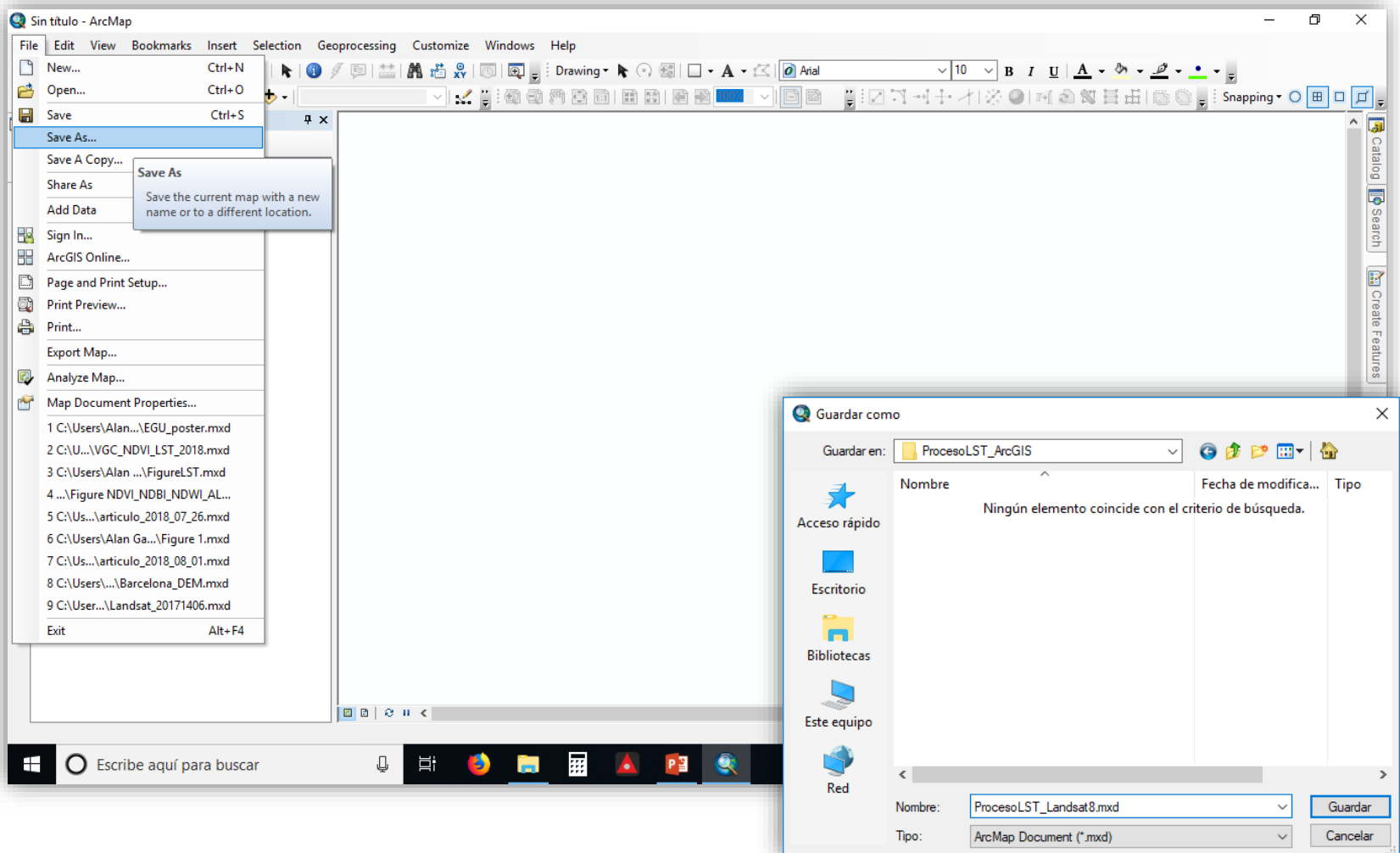
Activar todas las casillas



Guardar el espacio de trabajo

File > Save As...

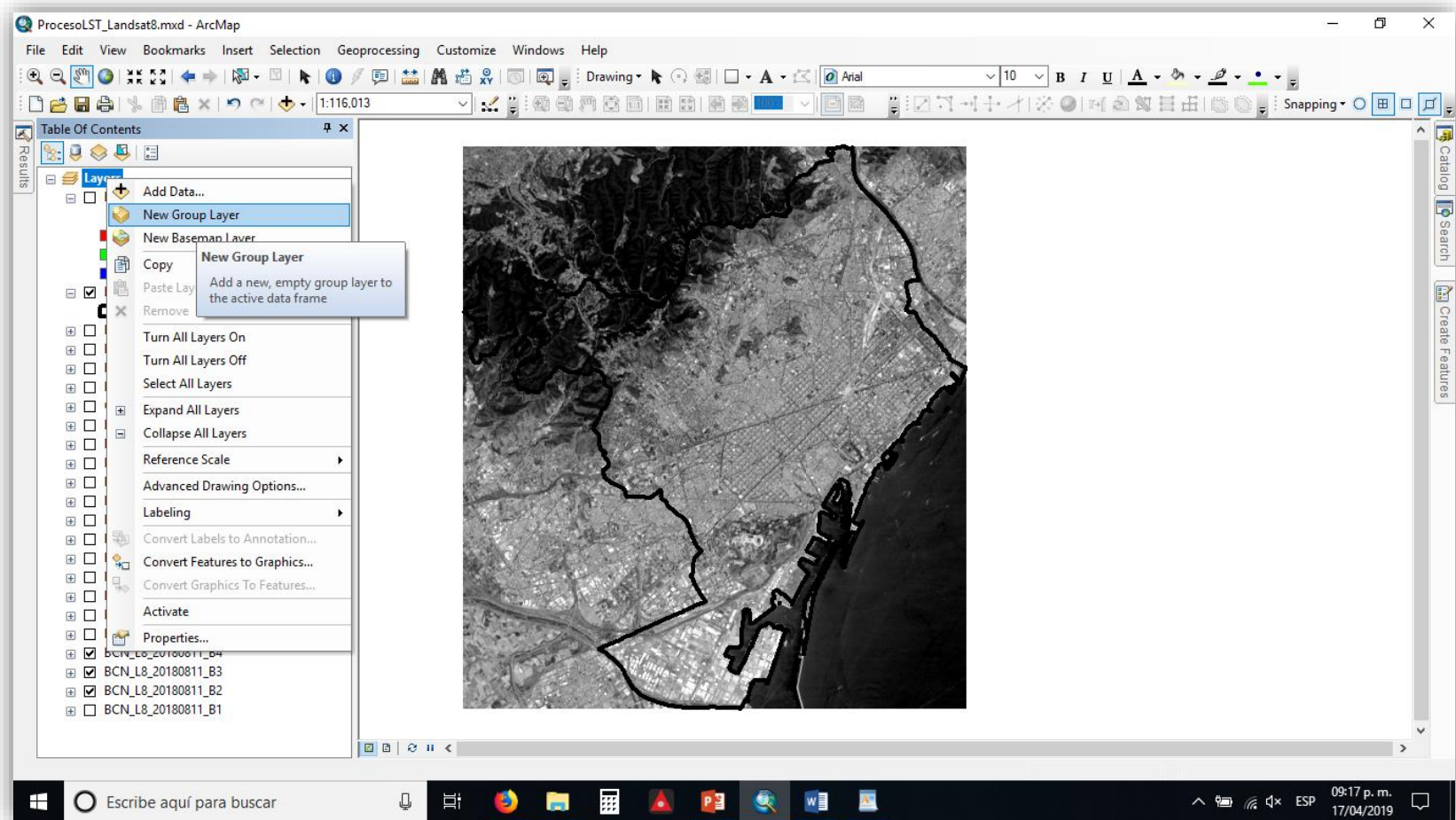
Definir ubicación sencilla



Recomendaciones generales

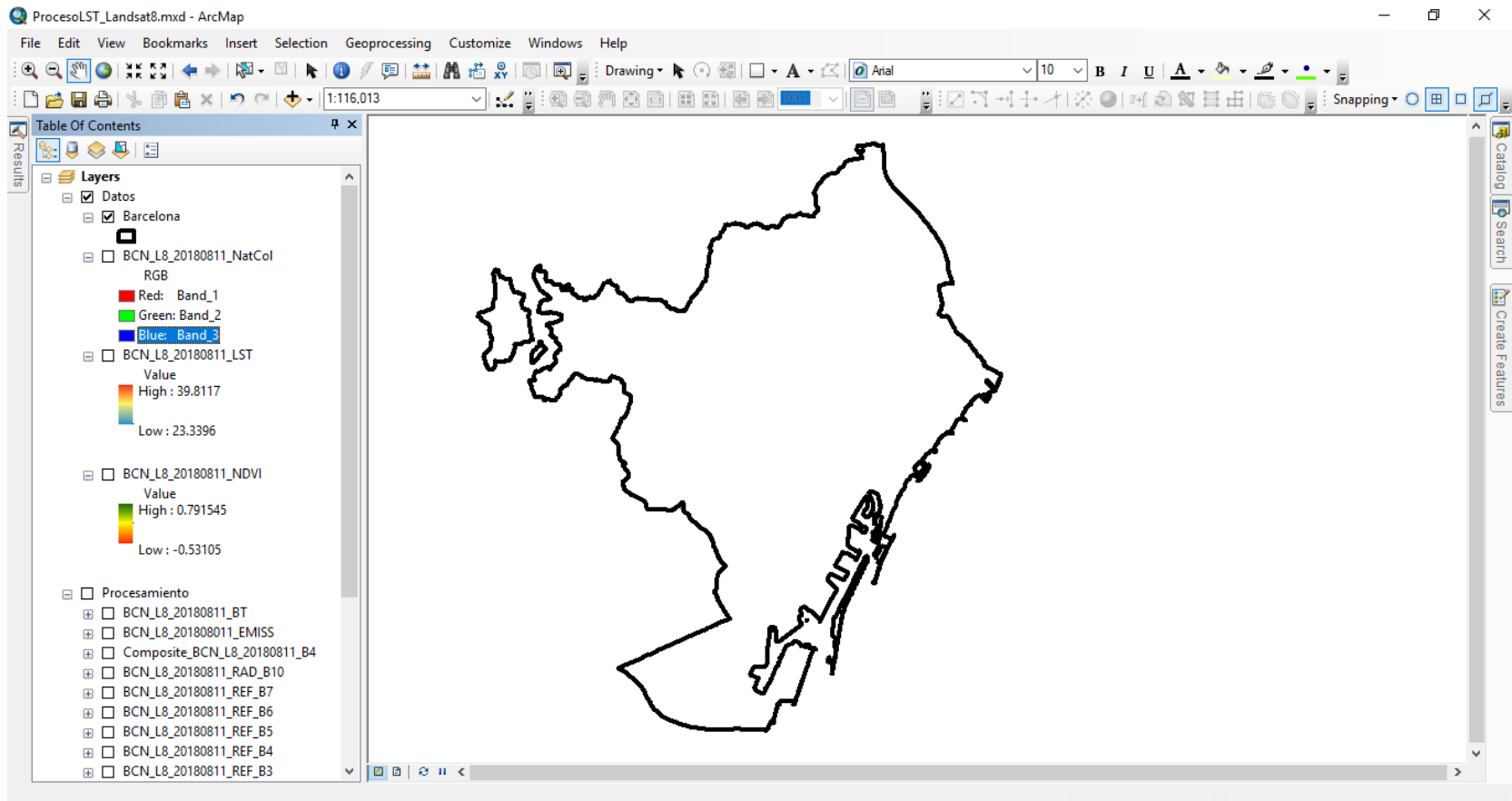
Crear grupos de capas.

Una forma de administrar las capas que se van generando es con grupos. Se pueden hacer grupos de los archivos de procesamiento y otros con las imágenes finales.

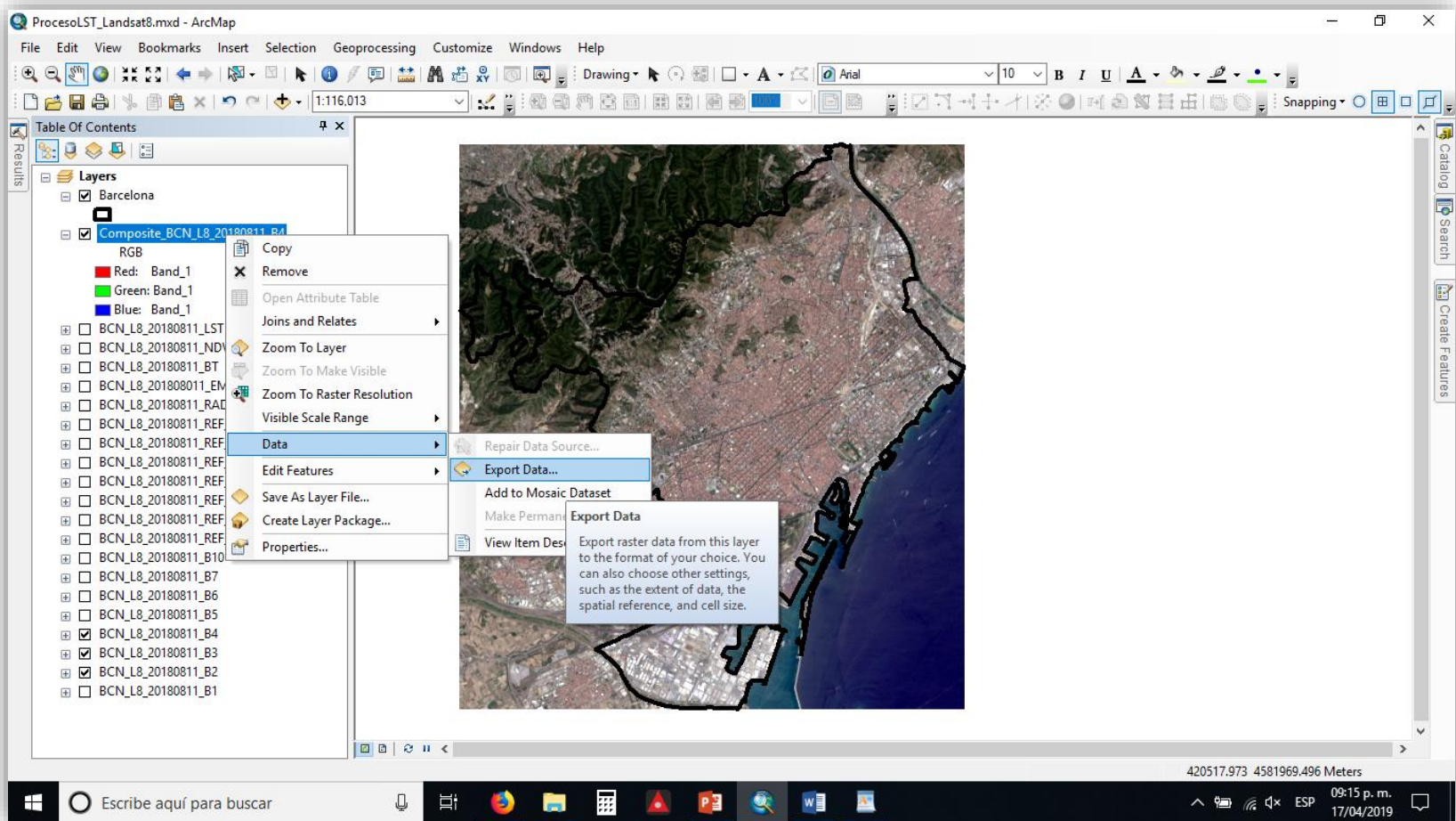


Guardar con las capas apagadas.

Guardar el archivo constantemente es fundamental, pero de ser posible hacerlo con el menor número de capas activas, agiliza la apertura del mismo.

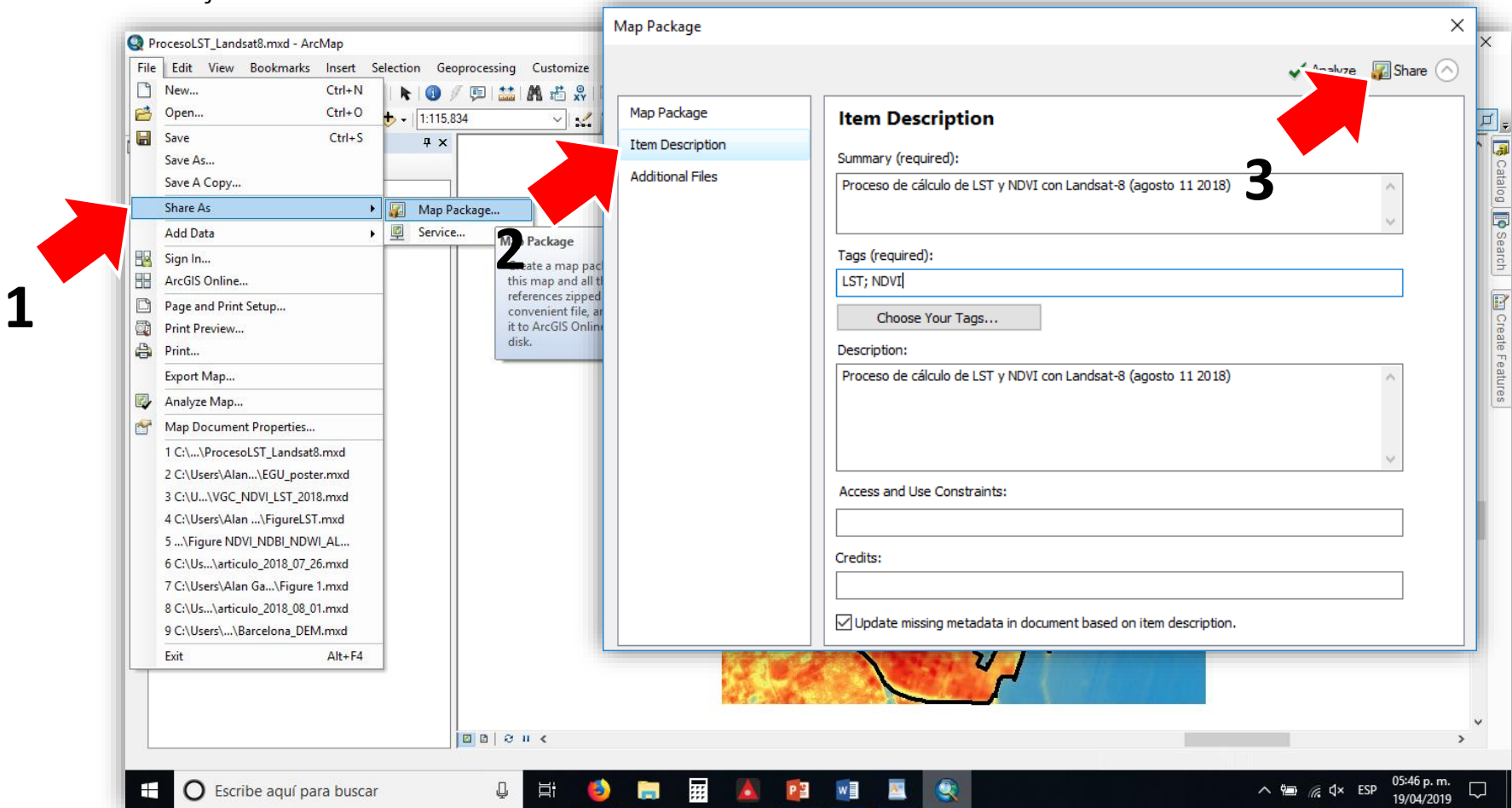


Exportar elementos a la Geodatabase y remover del mapa duplicados y capas innecesarias. Al insertar un polígono o ráster externo, este no está guardado en la Geodatabase. Se recomienda Exportarlo a esta y remover la capa que no esté vinculado.



Si se quiere mover un archivo de mapa de un ordenador a otro y conservar las modificaciones de visualización y datos, se recomienda crear un paquete.

1. *File > Share As > Map Package*
2. *Item Description > Escribir algo en Summary, Tags y Description*
3. Click en Share. El archivo será un .mpk y se guardará en donde se guardaba el área de trabajo.



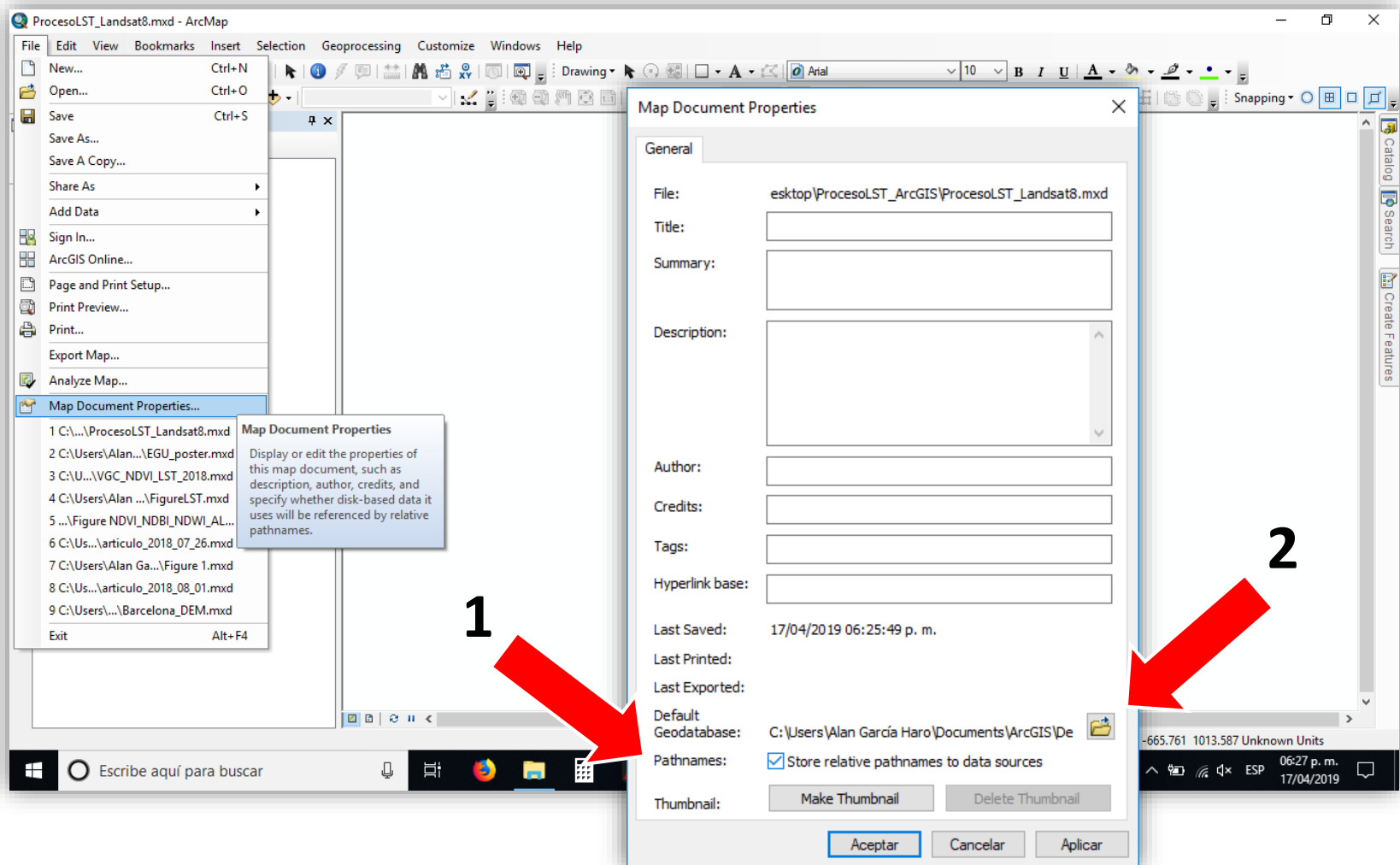
Preparación de archivo de trabajo

Crear Geodatabase

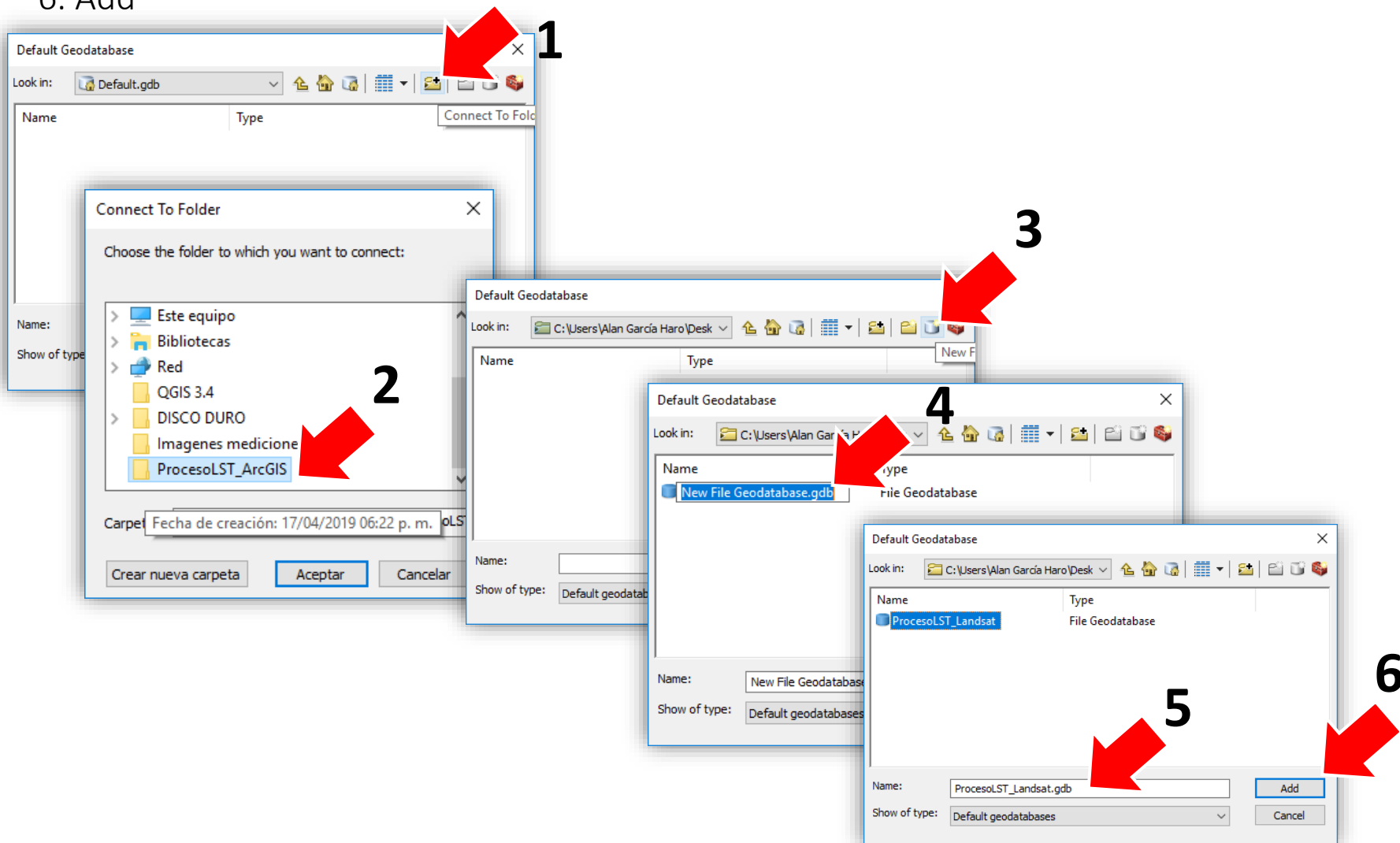
Crear Geodatabase

File > Map Document Properties...

1. Activar casilla de *Pathnames*
2. Click en ícono de *Default Geodatabase*



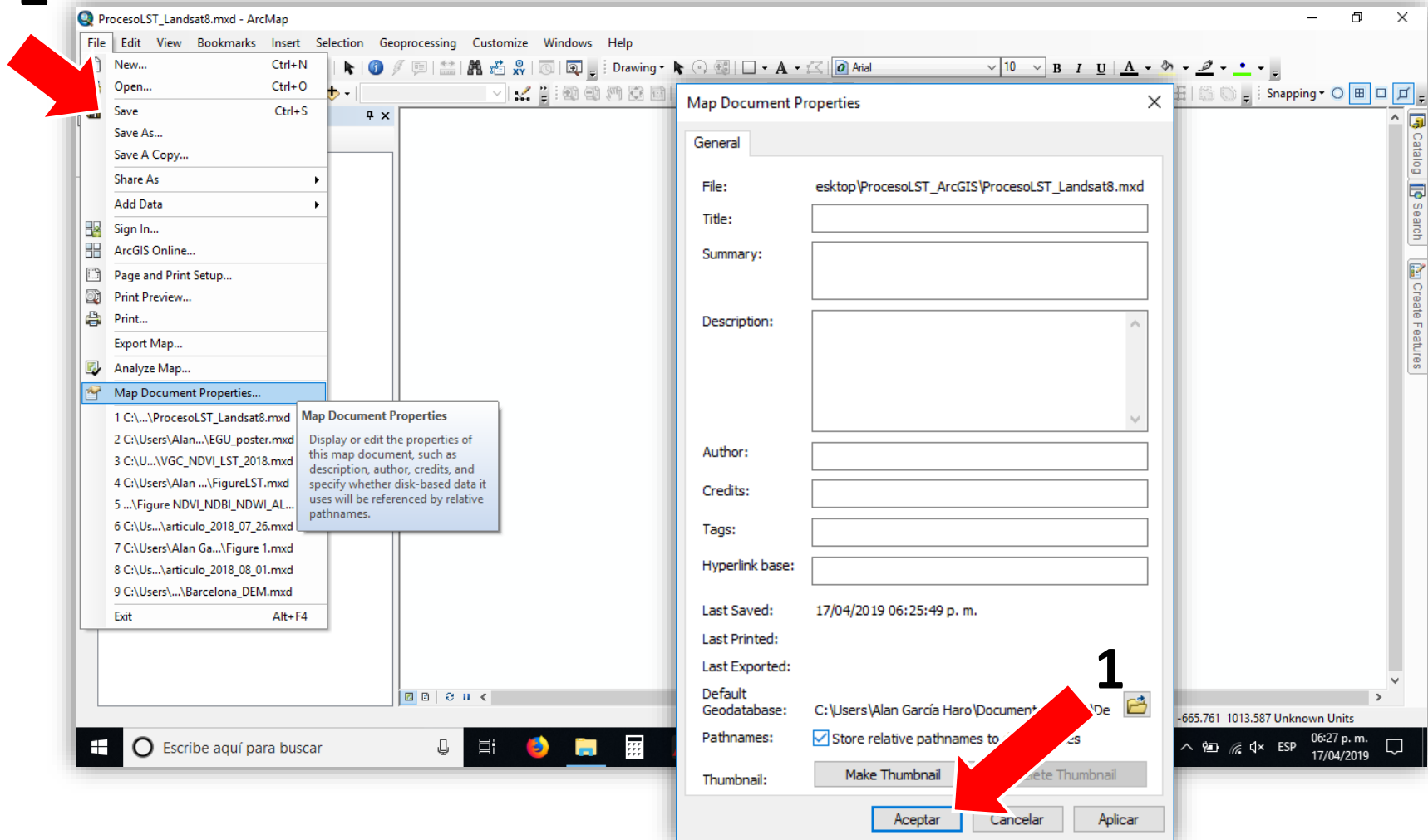
1. Connect to Folder
2. Elegir carpeta de trabajo > Aceptar
3. En la nueva carpeta, click en el ícono de New File Geodatabase
4. Cambiar nombre de la nueva geodatabase
5. Seleccionar geodatabase creada
6. Add



1. Aceptar en la ventana de Map Document Properties...
2. Save (Seguir guardando en cada parte del proceso)

NOTA: de aquí en adelante, todos los archivos de salida se guardarán automáticamente en la Geodatabase creada.

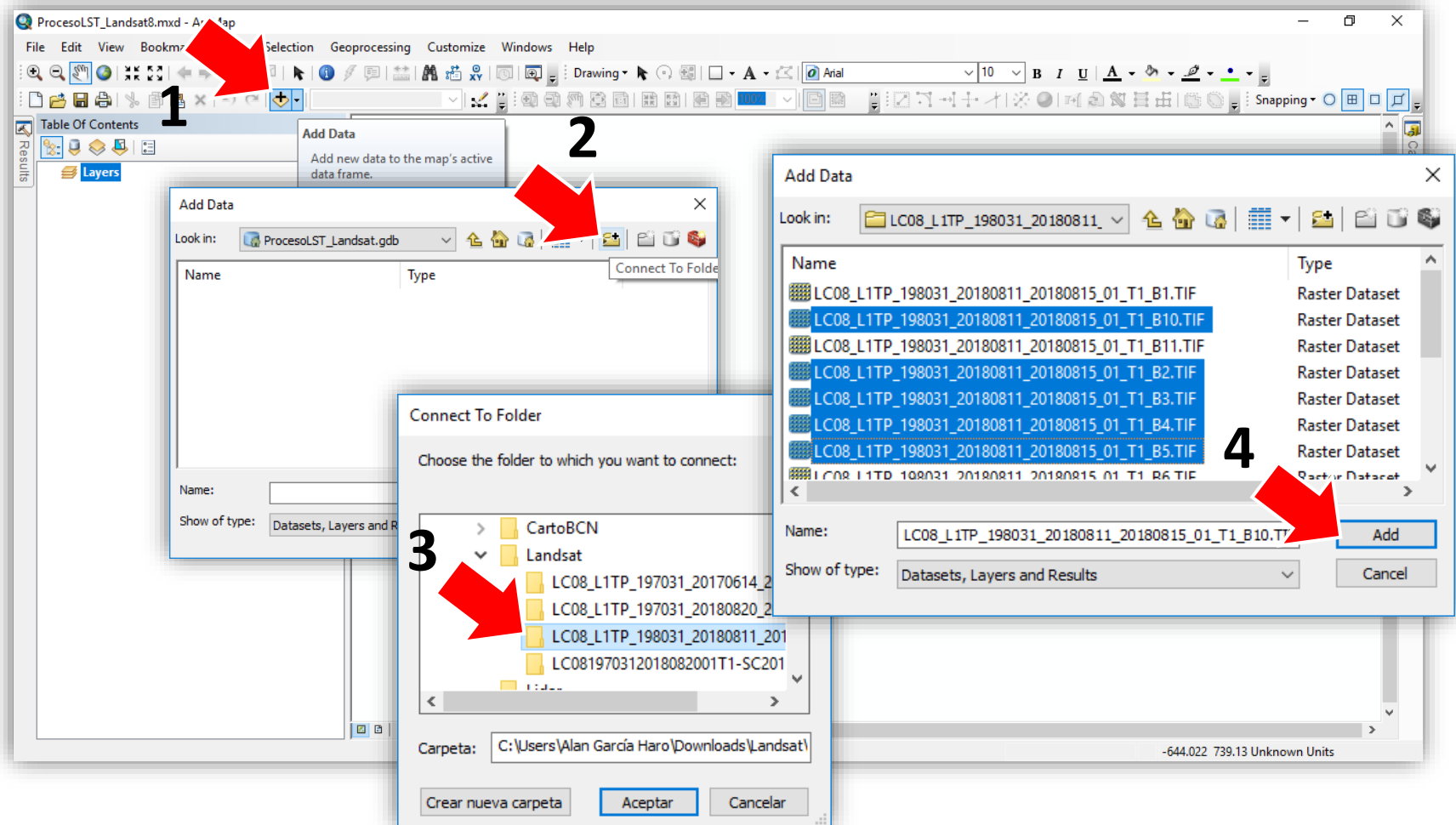
2



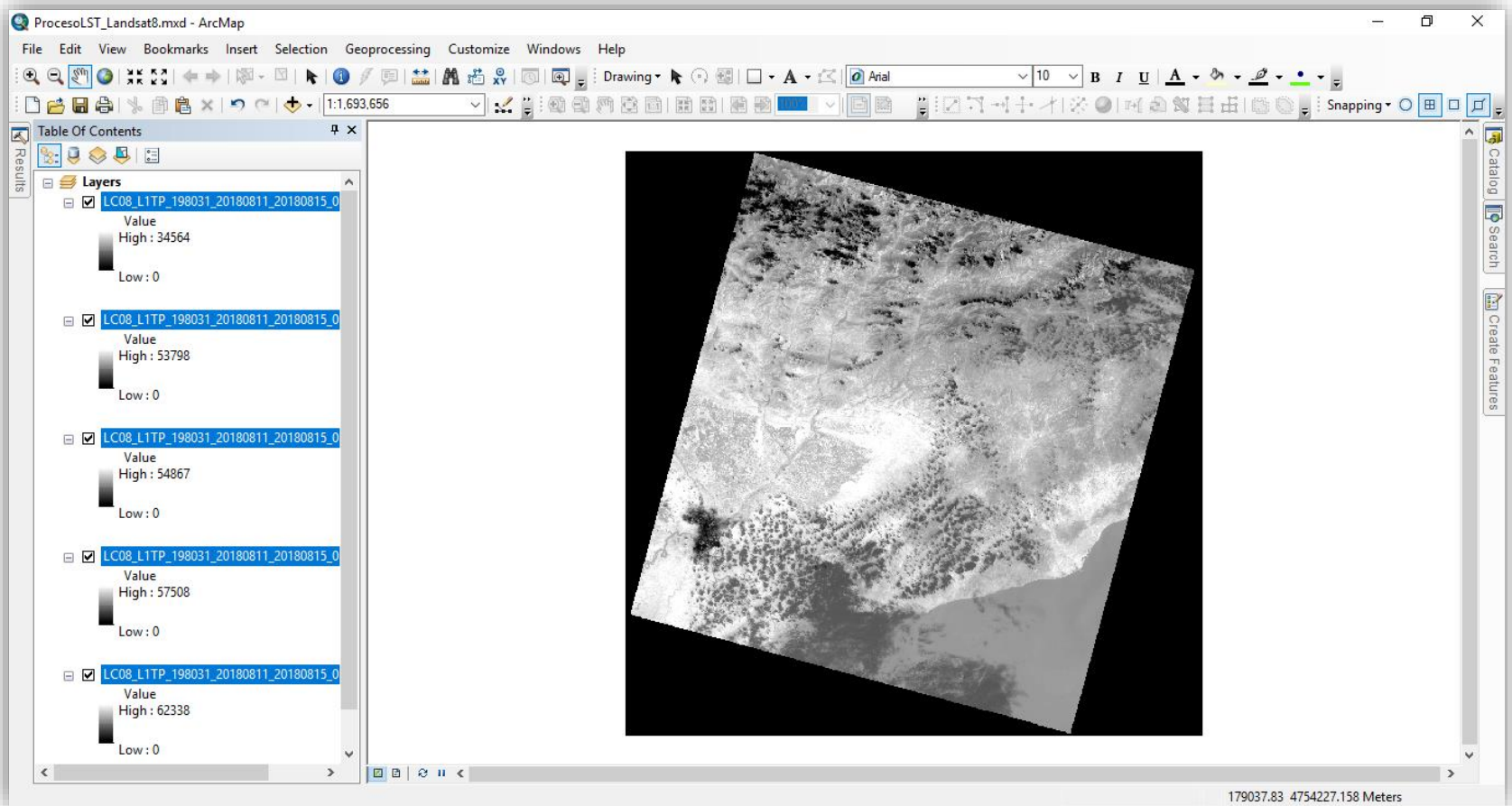
Preparación de imágenes satelitales

Insertar imágenes de Landsat y polígono de referencia

1. Add Data
2. Connect to folder
3. Carpeta con archivos Landsat
4. B2, B3, B4, B5 y B10 > Add

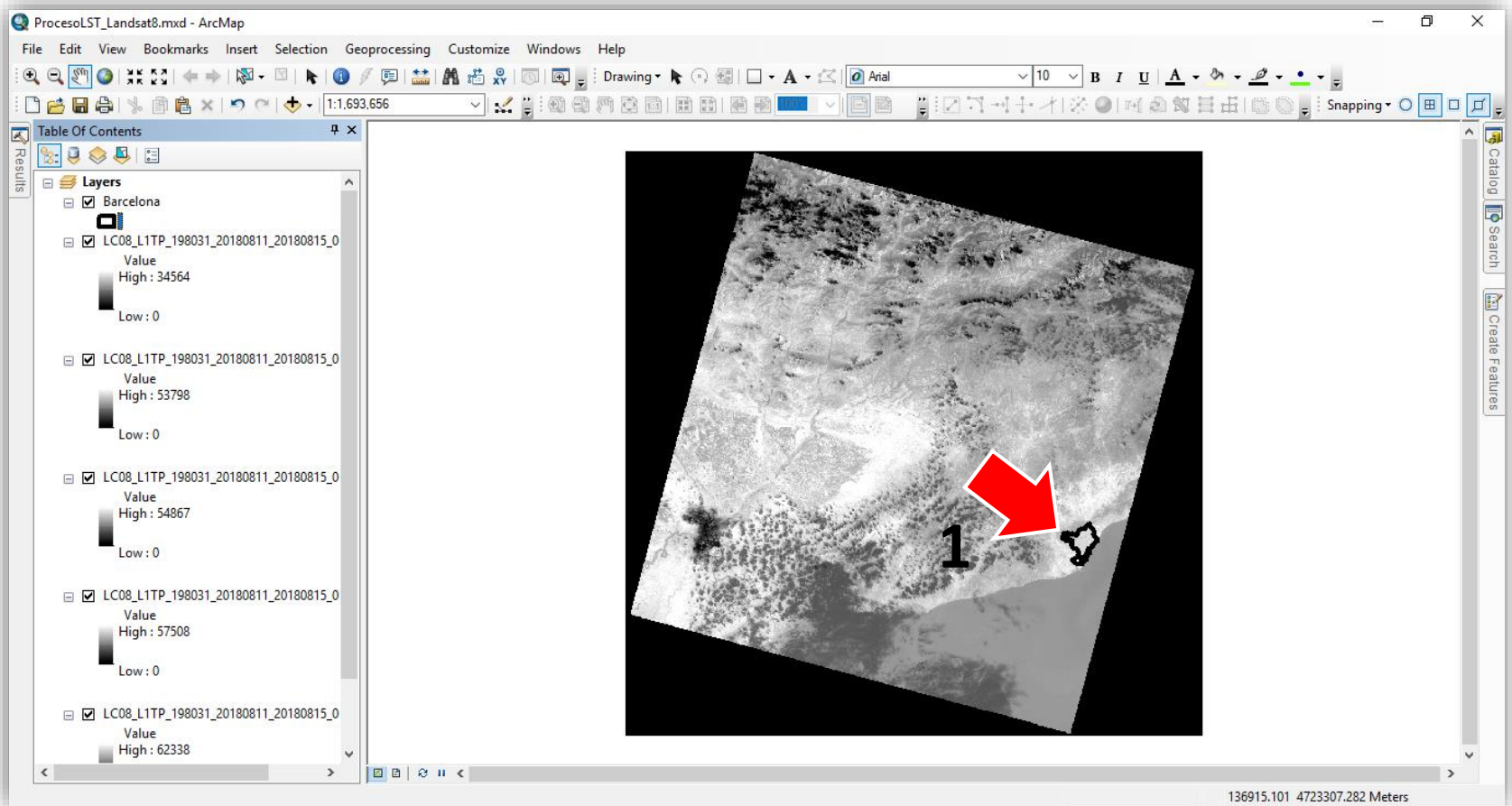


Las imágenes de Landsat se visualizarán de esta manera en ArcMap.



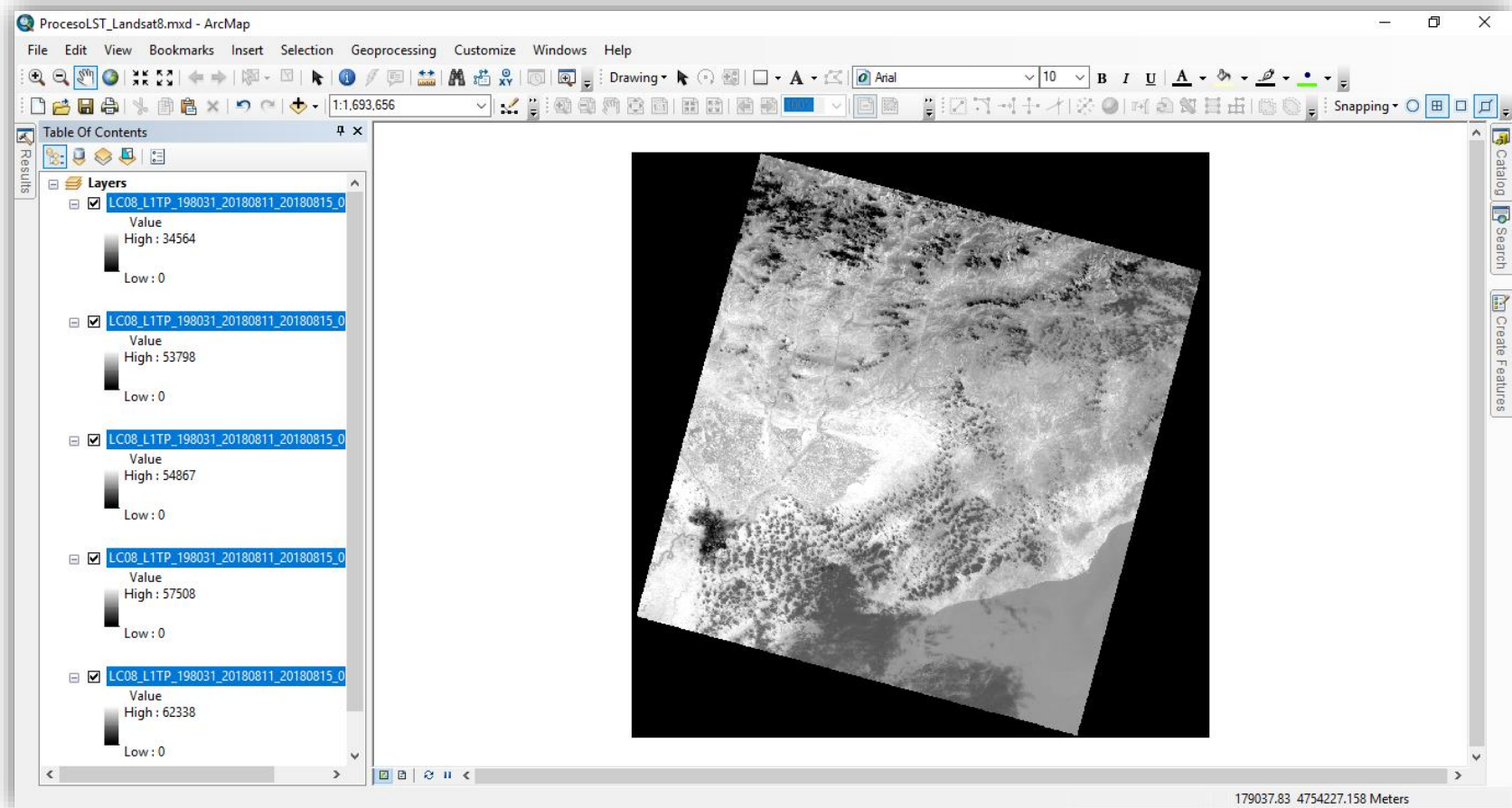
Insertar polígono de área de estudio.

1. En la imagen se muestra el ejemplo con el municipio de Barcelona.



Pre-procesamiento de imágenes satelitales

Las imágenes de Landsat vienen georreferenciadas, pero la proyección de visualización puede diferir de los polígonos u otros ráster con los cuales se hará el análisis. Asimismo, las imágenes vienen en número digitales, unidades espectrales del ancho de banda de cada imagen derivada del satélite. Para esto, es necesario hacer una serie de ajustes geométricos y atmosféricos antes de poder extraer cualquier dato de las mismas.

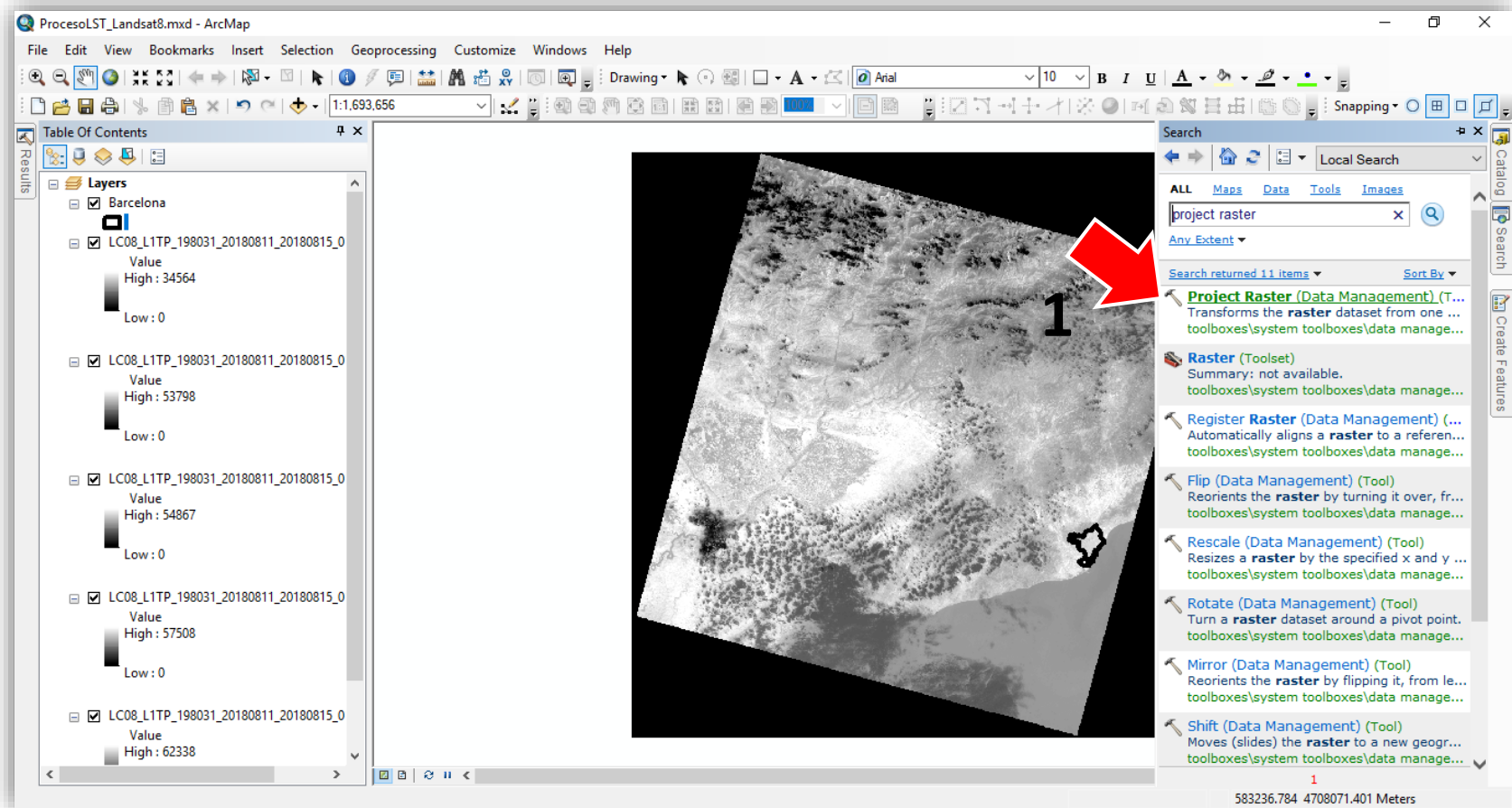


Preparación de imágenes satelitales

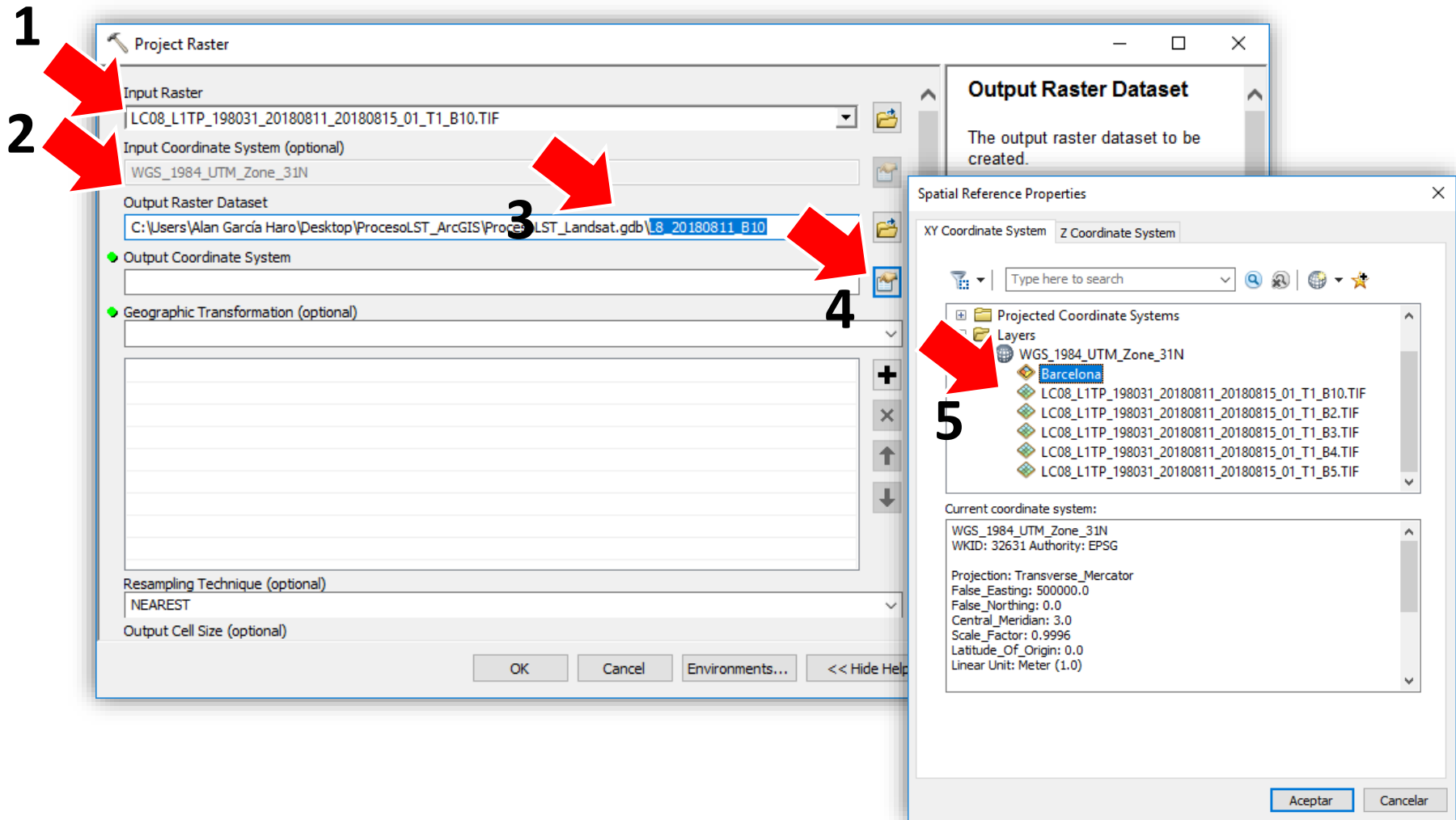
Ajustar coordenadas de imágenes satelitales

Proyectar coordenadas de todas las imágenes de Landsat. Las imágenes deben tener el mismo sistema de coordenadas que el polígono de referencia.

1. Project raster



1. Seleccionar imagen de Landsat a proyectar
2. Sistema de coordenadas de la imagen Landsat
3. Seleccionar ubicación y nombre de archivo de salida
4. Ir a ventana de selección de coordenadas de salida
5. Seleccionar coordenadas de salida (la misma que el polígono de referencia).



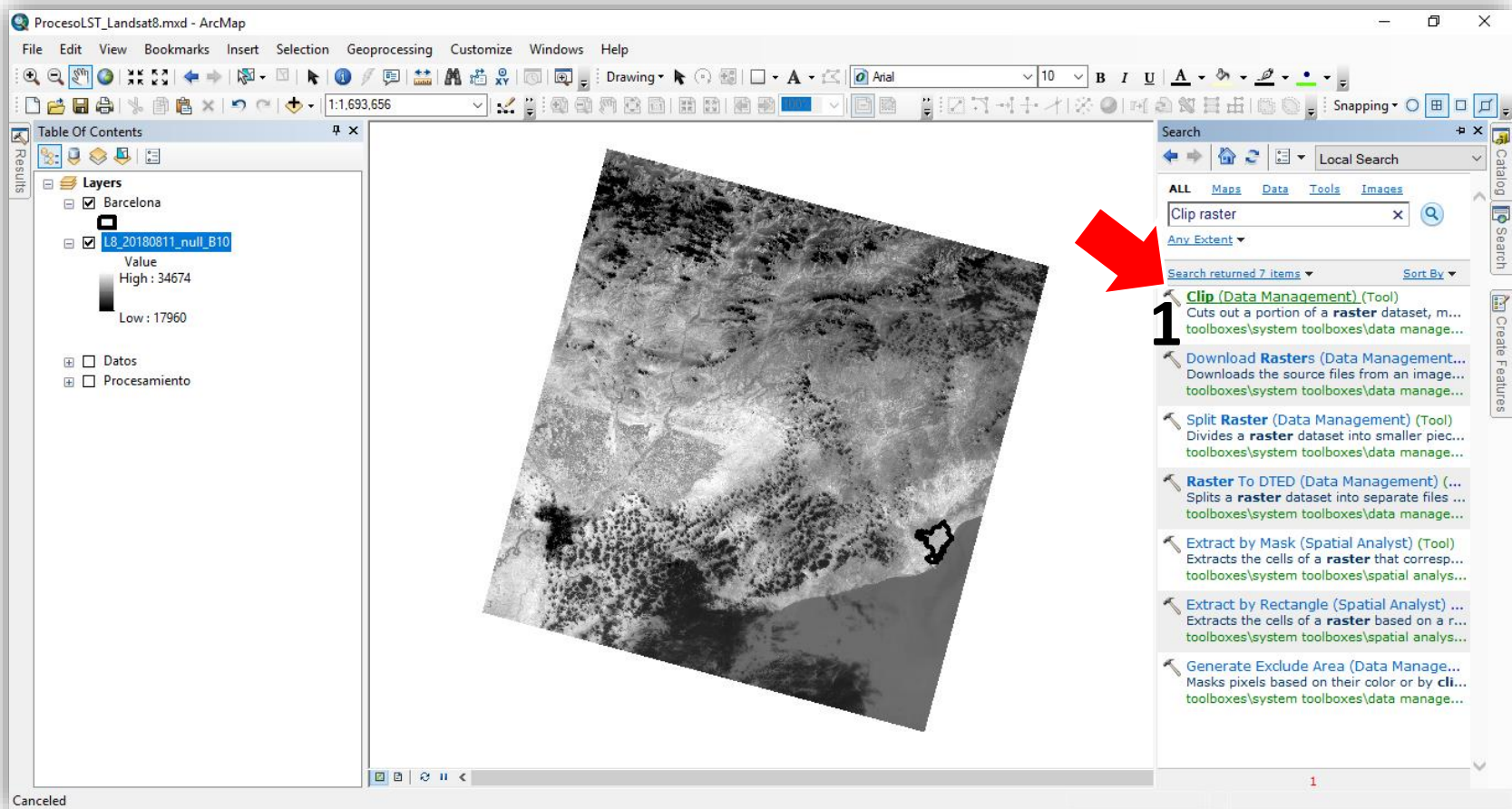
Preparación de imágenes satelitales

Cortar imágenes satelitales por área de estudio

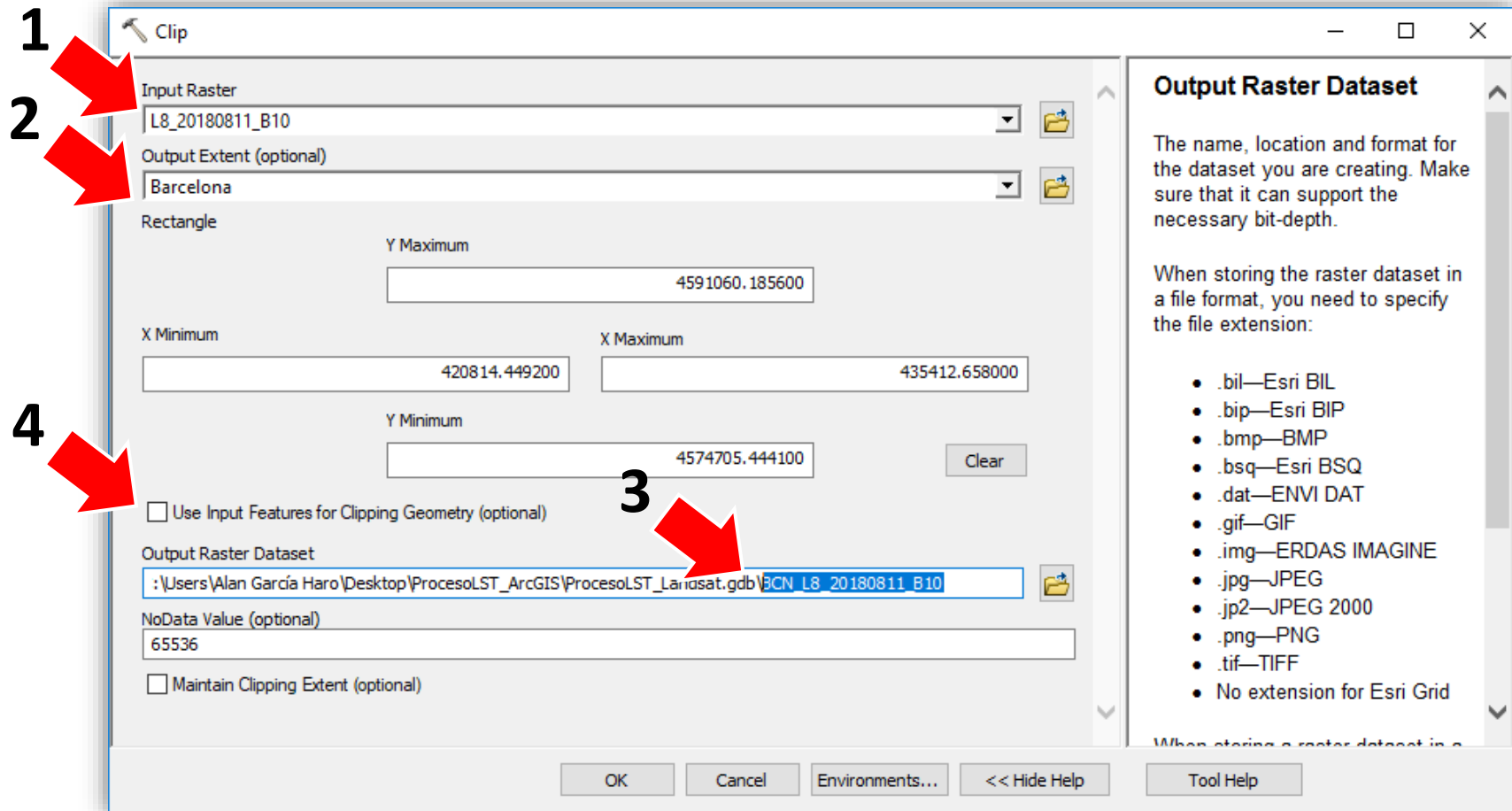
Cortar imágenes para área de estudio

1. Clip (Data Management)

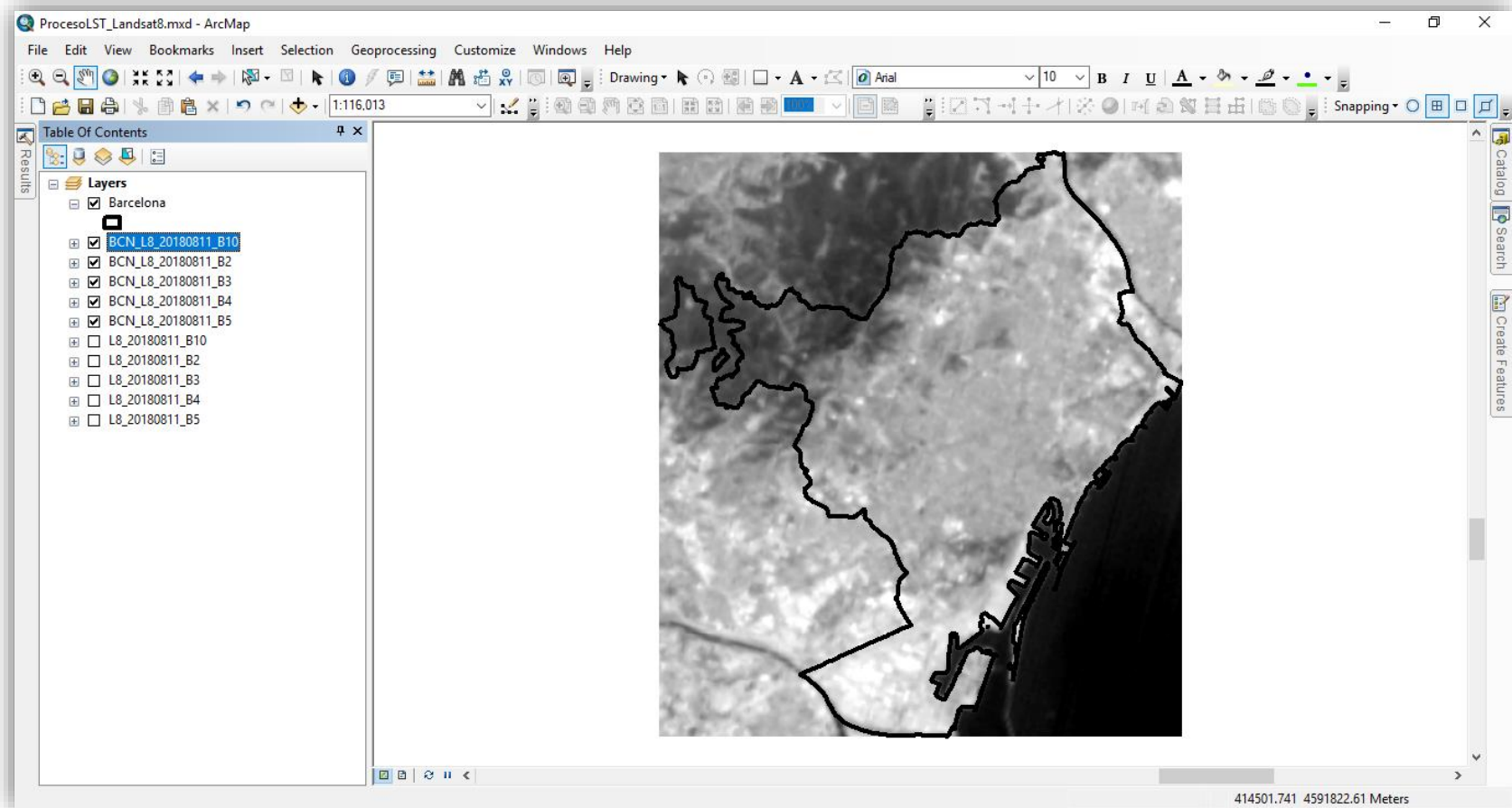
NOTA: Hay dos herramientas de corte. Se debe seleccionar aquella para cortar RASTER.



1. Seleccionar Landsat proyectada y sin nulos (en su caso)
2. Seleccionar polígono de referencia
3. Definir nombre de archivo de salida
4. Si se activa esta casilla, la imagen Landsat será cortada con la forma del polígono de salida (en el ejemplo no se activa)



Visualización de imágenes cortadas para área de estudio

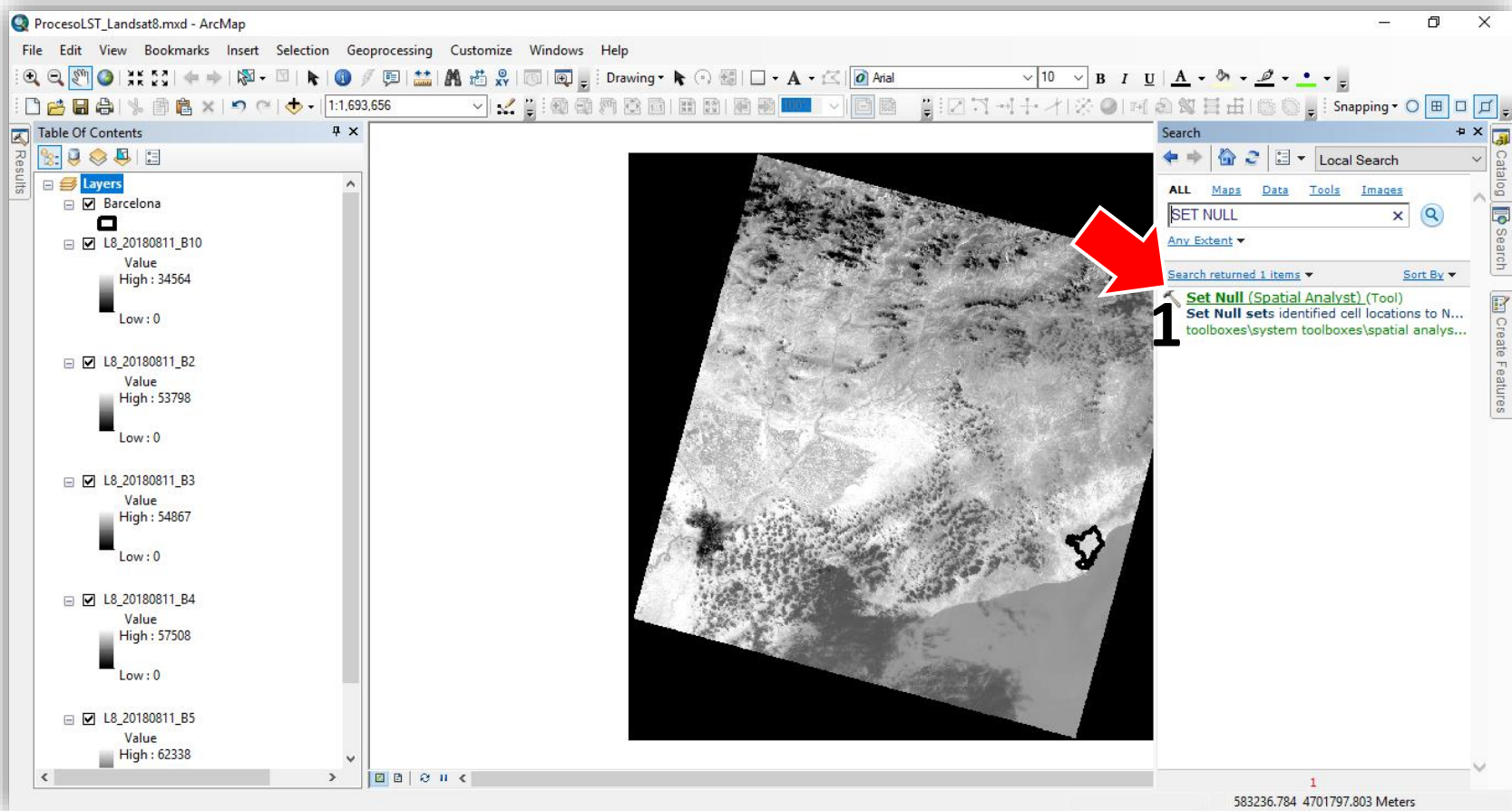


Preparación de imágenes satelitales

Definir valores nulos

En caso de que el polígono de referencia intersecte con los valores 0 de la imagen (los marcos negros), hay que definir estos como Nulos en todas las imágenes.

1. *Set Null*



1. Seleccionar imagen Landsat ya proyectada
2. En *Expression* copiar “Value” = 0 (ver imagen)
3. Seleccionar la misma imagen Landsat ya proyectada
4. Definir nombre de archivo de salida (ver ejemplo)

1
2
3
4

Set Null

Input conditional raster
L8_20180811_B10

Expression (optional)
"Value" = 0

Input false raster or constant value
L8_20180811_B10

Output raster
C:\Users\Alan García Haro\Desktop\ProcesoLST_ArcGIS\ProcesoLST_Landsat.gdb\L8_20180811_null_B10

Output raster

The output raster.

If the conditional evaluation is true, NoData is returned. If false, the value of the second input raster is returned.

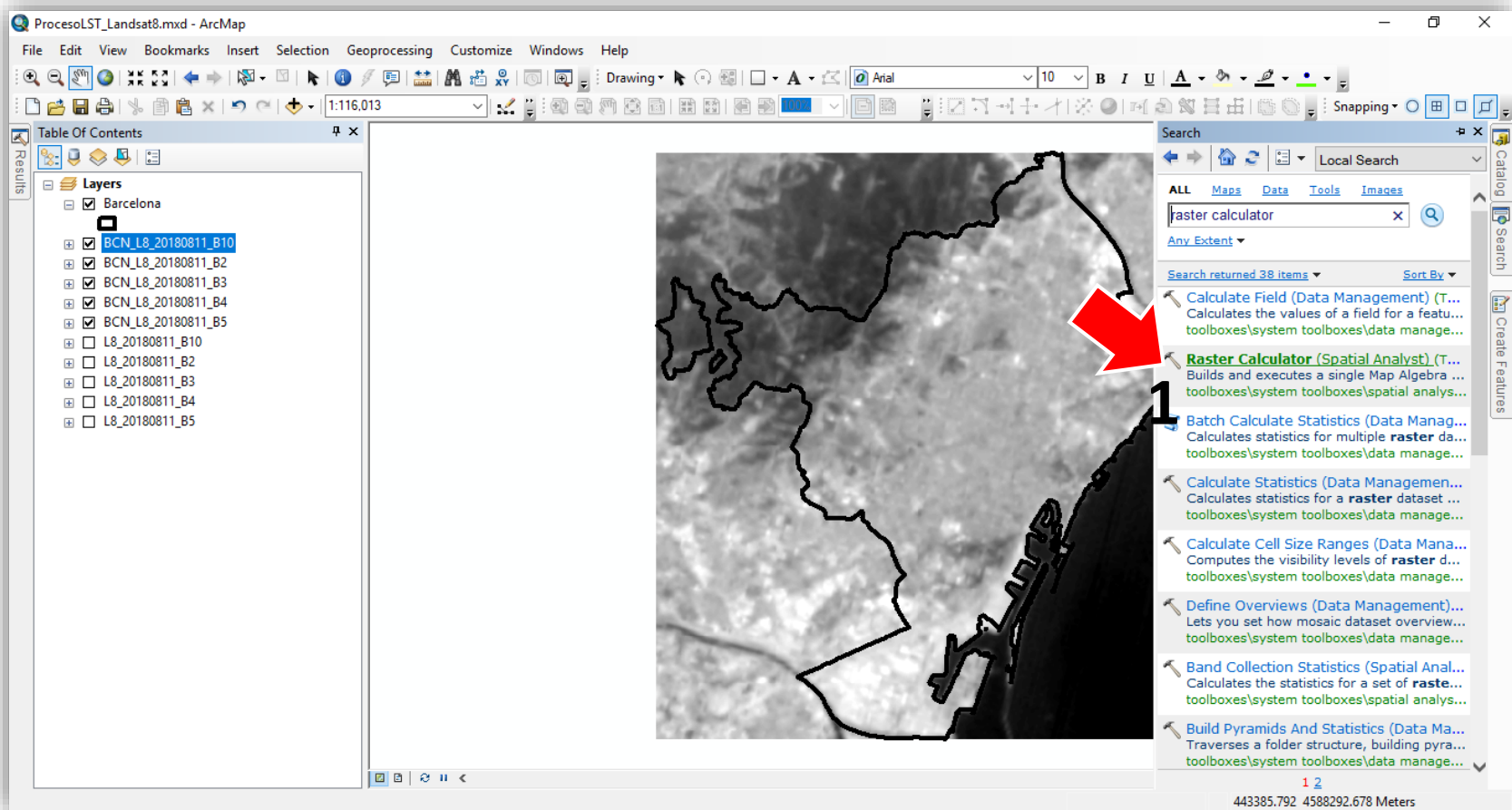
OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

Ajuste geométrico y atmosférico

Conversión de *Digital numbers de* *bandas espectrales a Top of* *Atmosphere REFLECTANCE*

Los ajustes de los valores de las imágenes y cálculo de índices se hacen a través de la calculadora ráster.

1. Raster Calculator

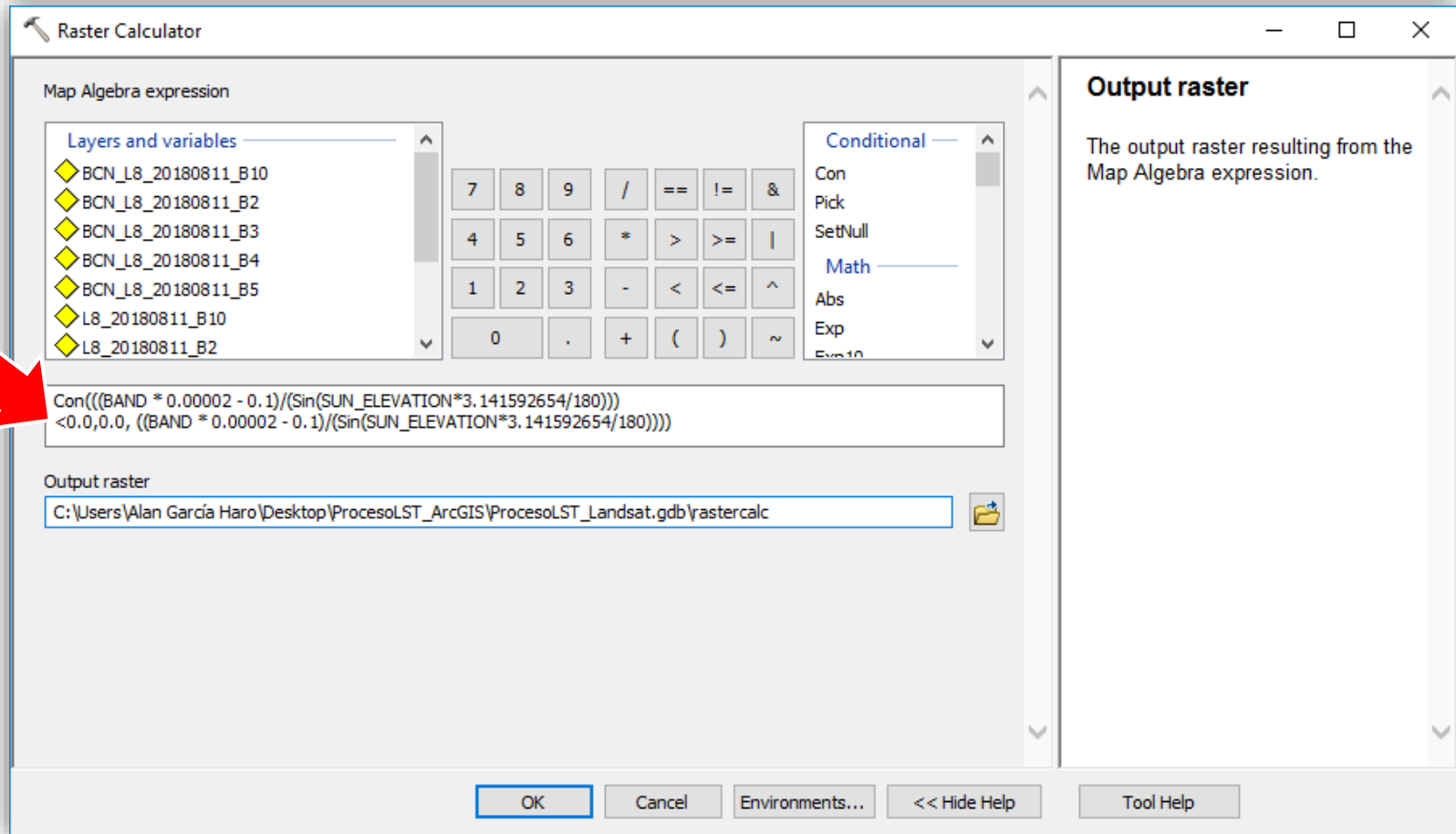


Calcular reflectancia para bandas espectrales (B2, B3, B4 y B5)

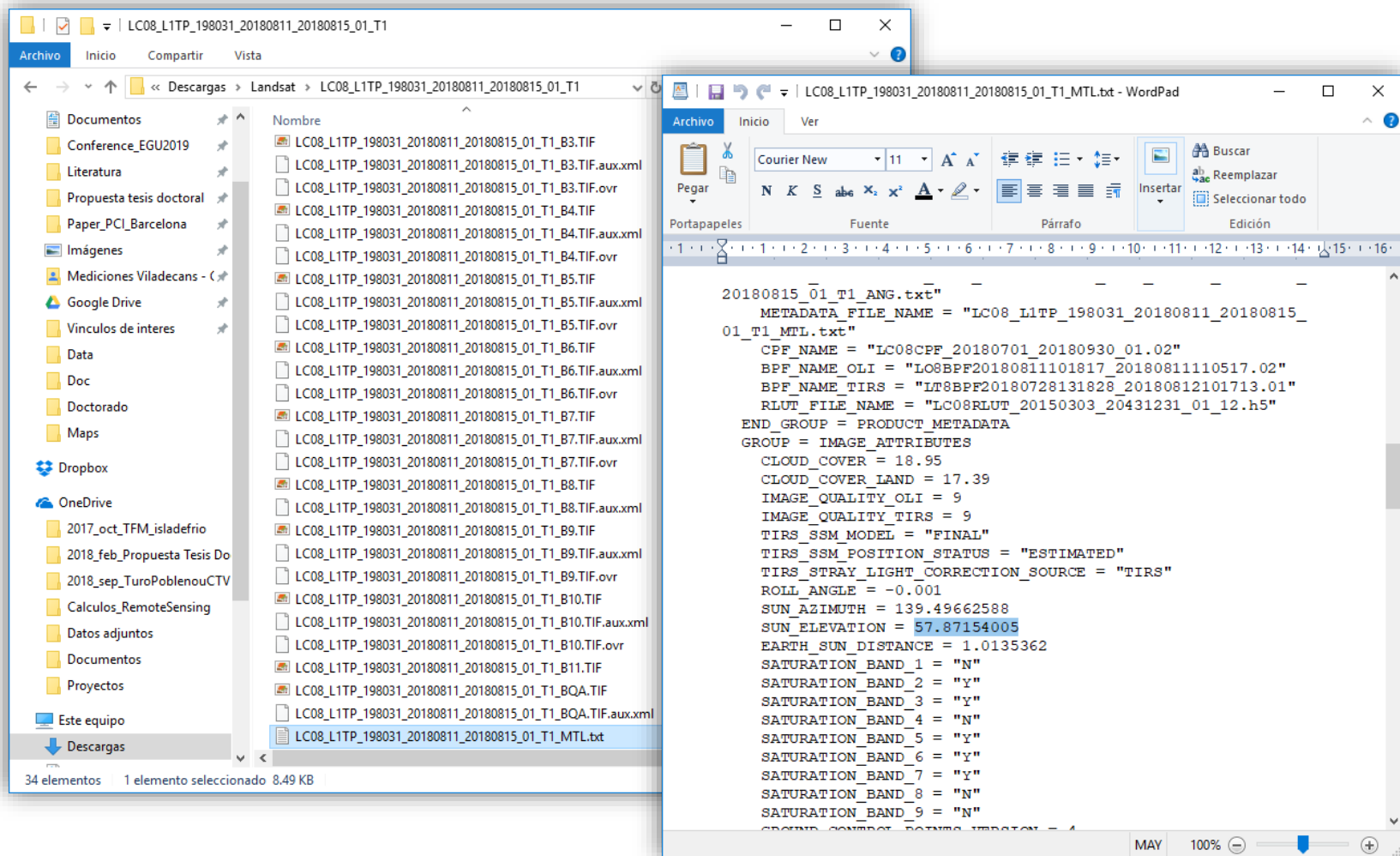
1. Insertar la siguiente expresión en calculadora ráster y sustituir elementos en rojo:

$$\text{Con}(((\text{BAND} * 0.00002 - 0.1)/(\text{Sin}(\text{SUN_ELEVATION} * 3.141592654/180)))) < 0.0, 0.0, ((\text{BAND} * 0.00002 - 0.1)/(\text{Sin}(\text{SUN_ELEVATION} * 3.141592654/180))))$$

1



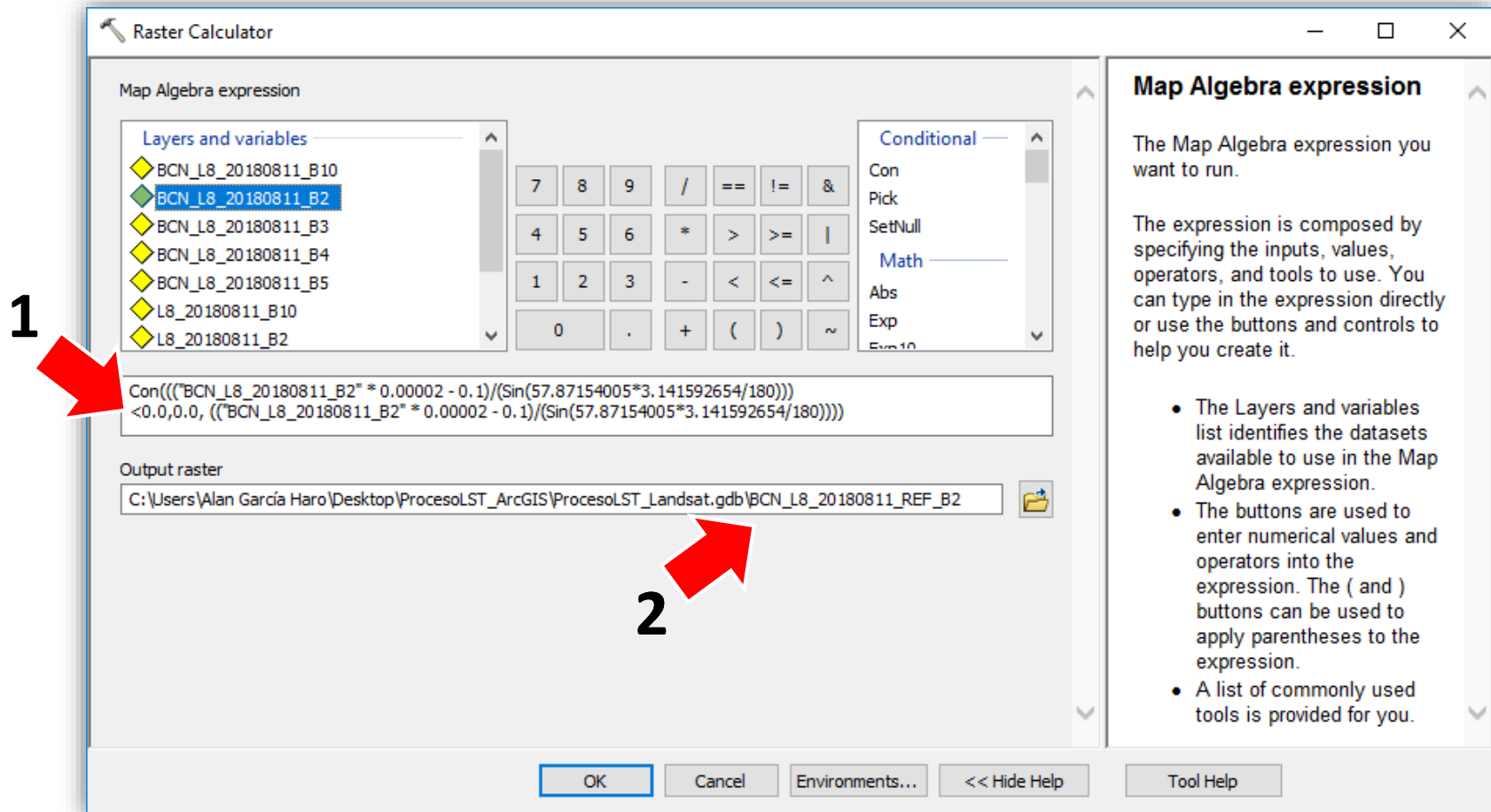
Para obtener el valor de **SUN_ELEVATION**, ir a la carpeta de las imágenes de Landsat y abrir en Word o Wordpad el archivo que termina en **MTL.txt**



1. Sustituir la banda correspondiente (cortada para área de estudio) y la elevación del sol (ver ejemplo).

2. Definir el nombre del archivo de salida > OK

NOTA: La SUN_ELEVATION es diferente para cada fecha.



Ajuste geométrico y atmosférico

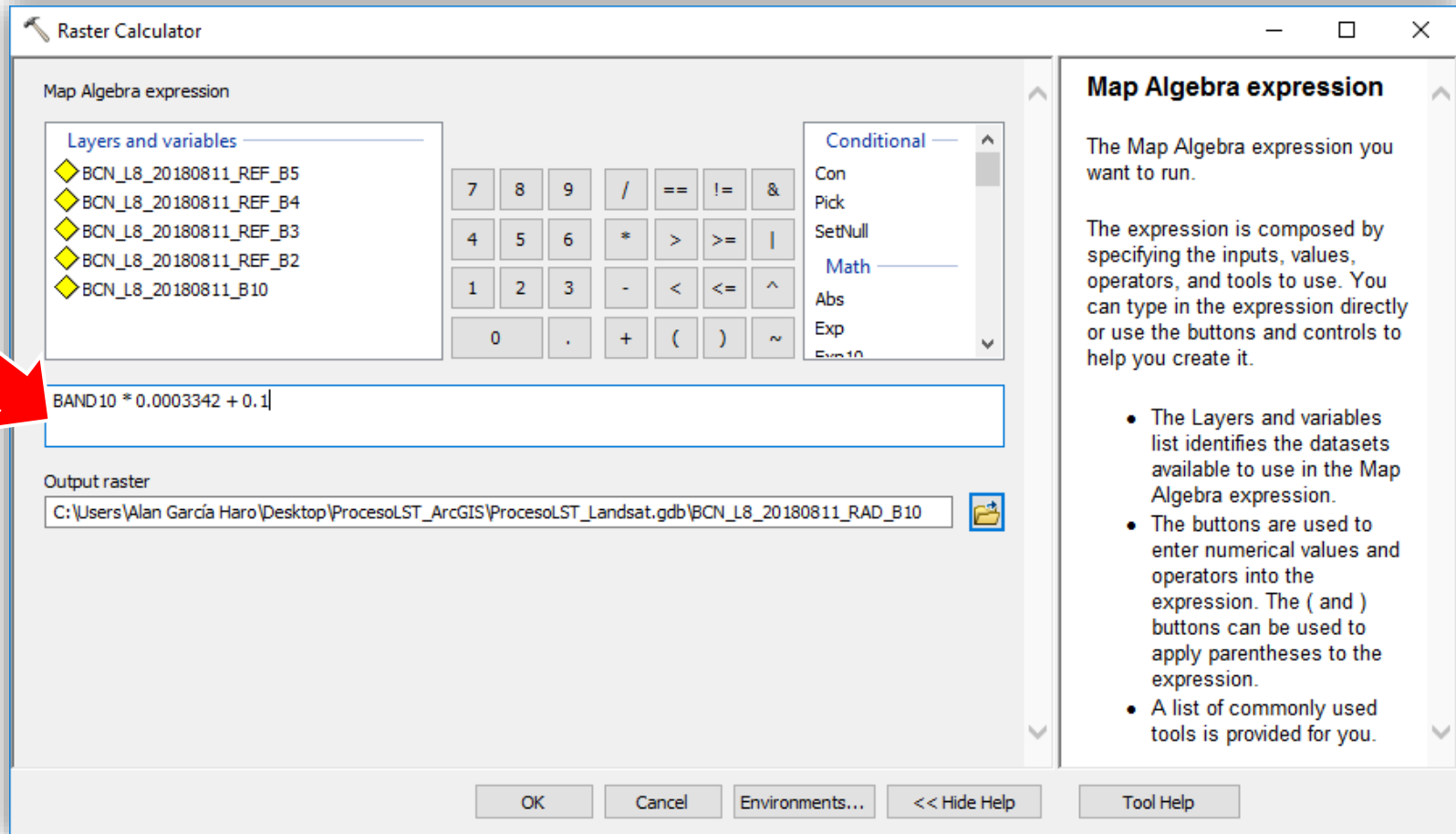
Conversión de *Digital numbers* a *Top of Atmosphere RADIANCE*

Calcular radiancia para bandas térmicas (B10).

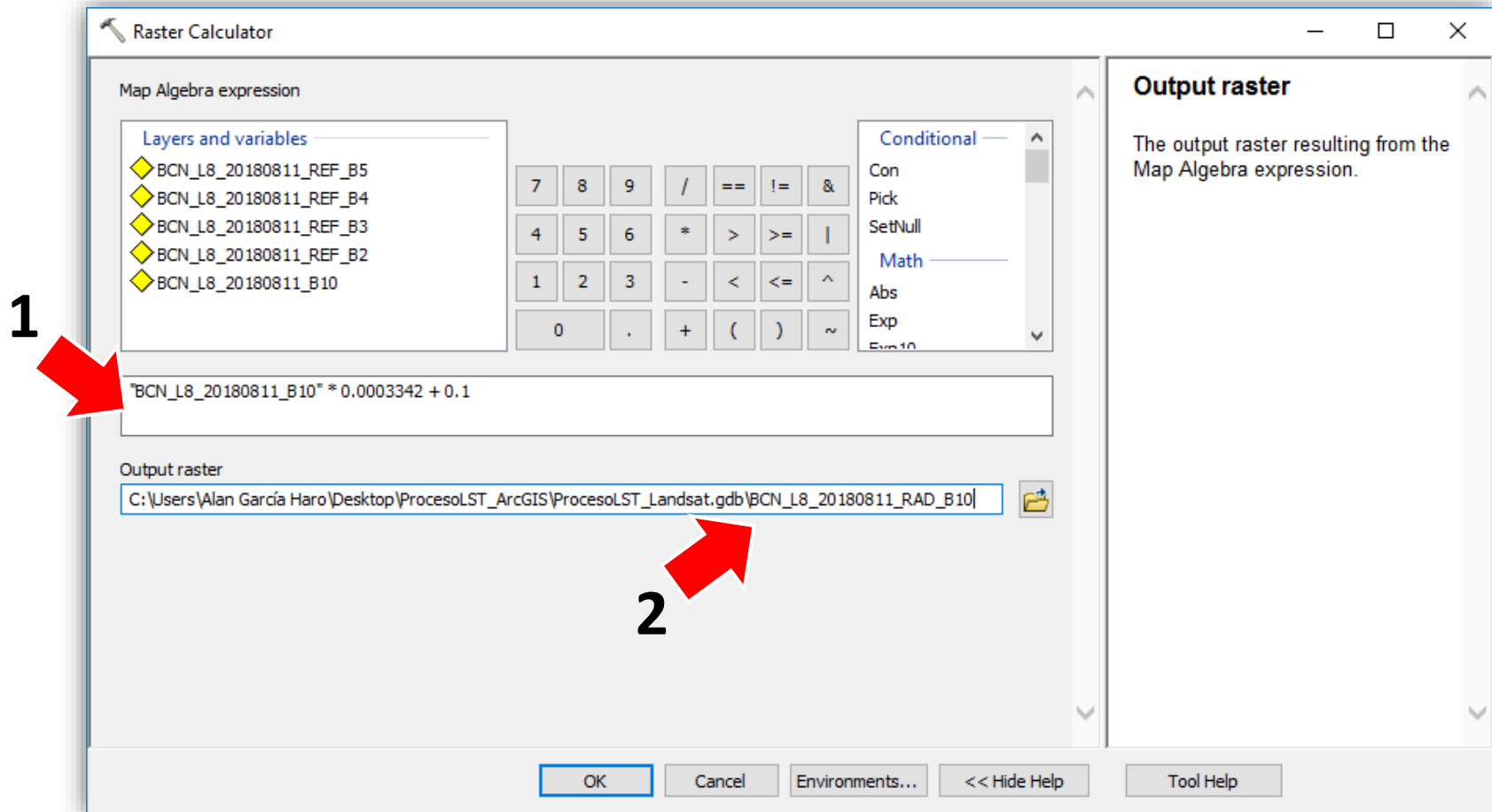
1. Insertar la siguiente expresión en la calculadora raster y sustituir los elementos en rojo:

BAND10 * 0.0003342 + 0.1

1

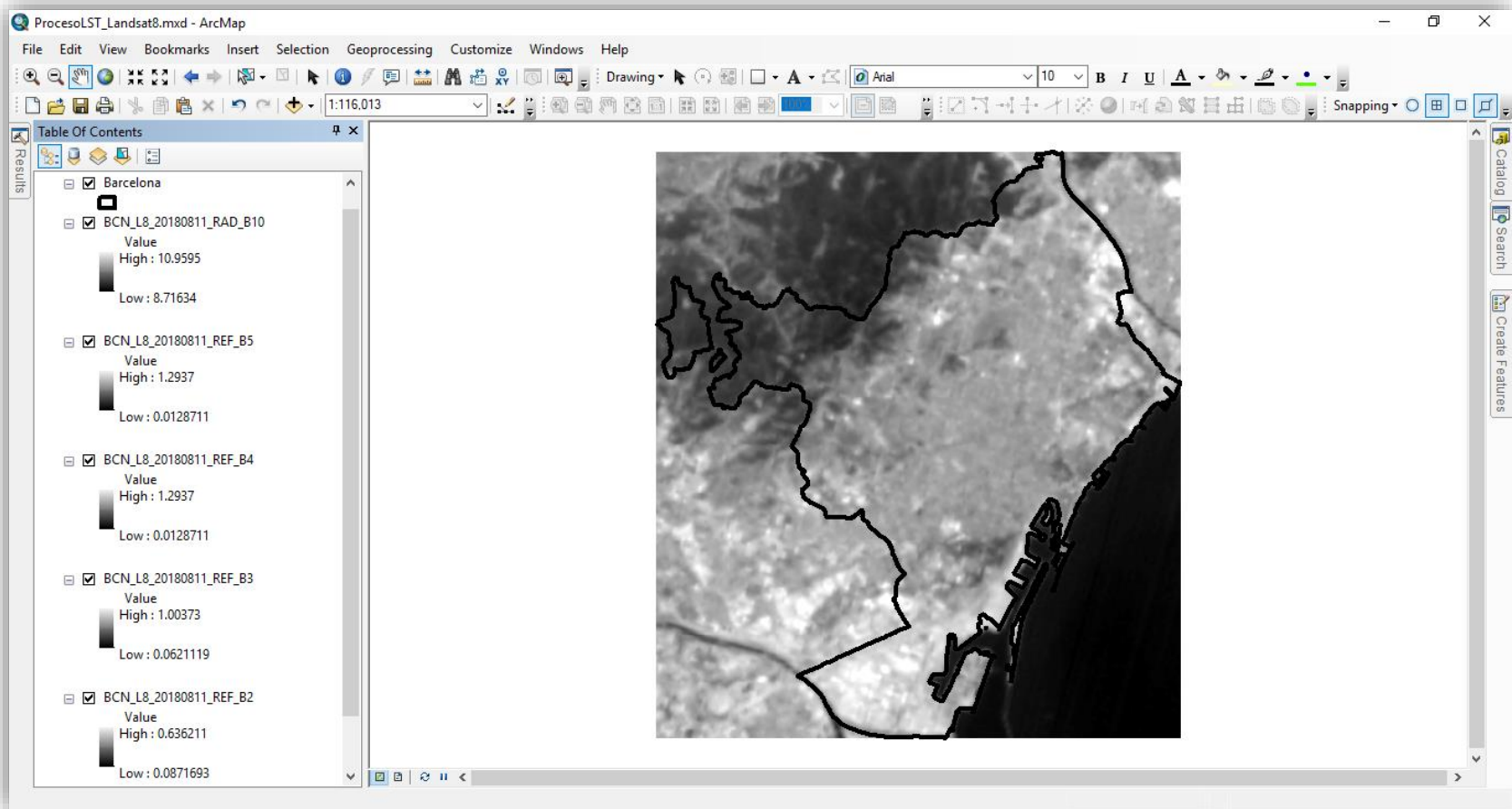


1. Sustituir con la banda correspondiente (B10 pre-procesada)
2. Definir nombre de archivo de salida



Extracción de datos de imágenes satelitales

Para la extracción de datos de las imágenes satelitales es necesario tener las bandas espectrales en valores de REFLECTANCIA y la banda térmica en RADIANCIA.

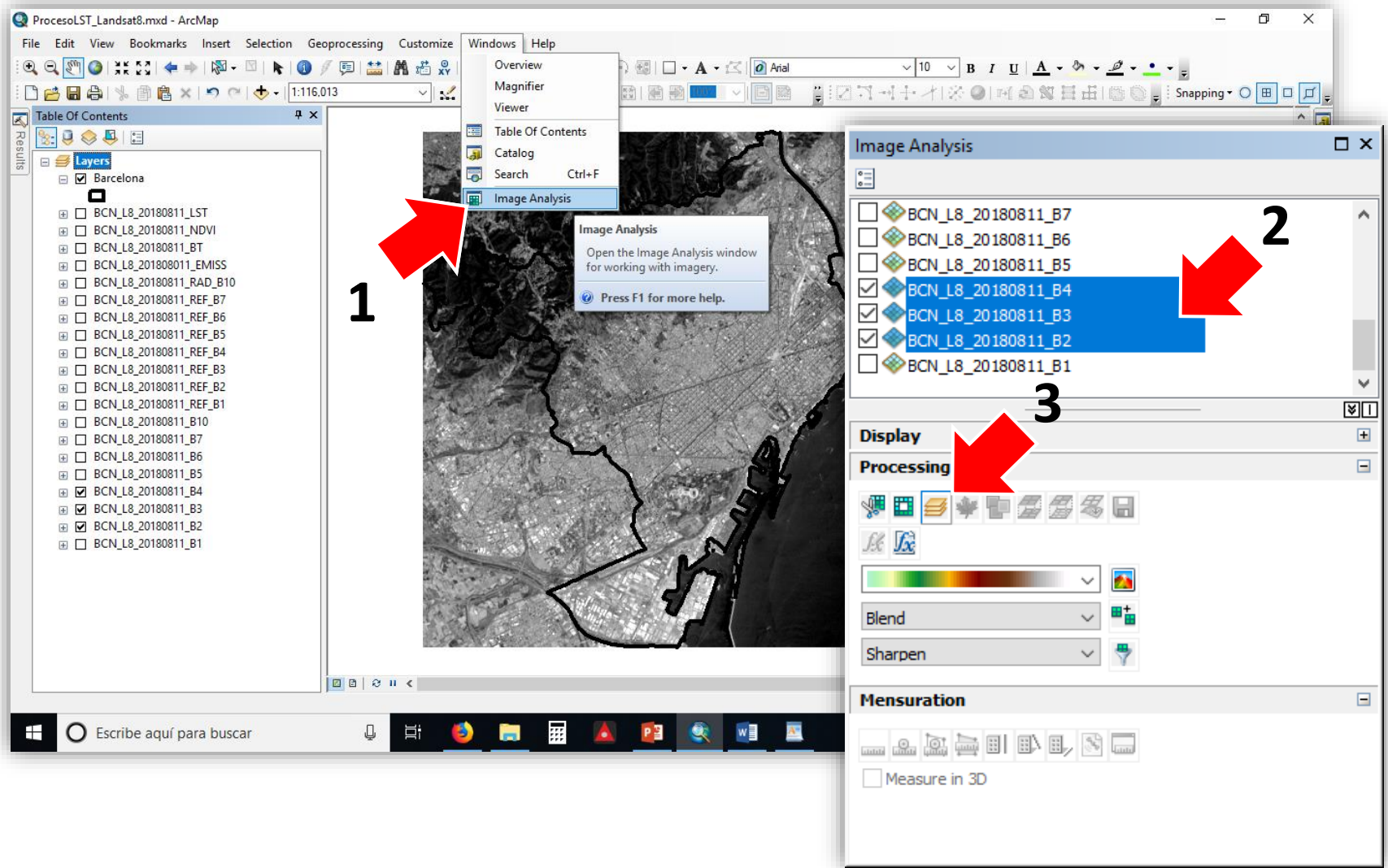


Extracción de datos de imágenes satelitales

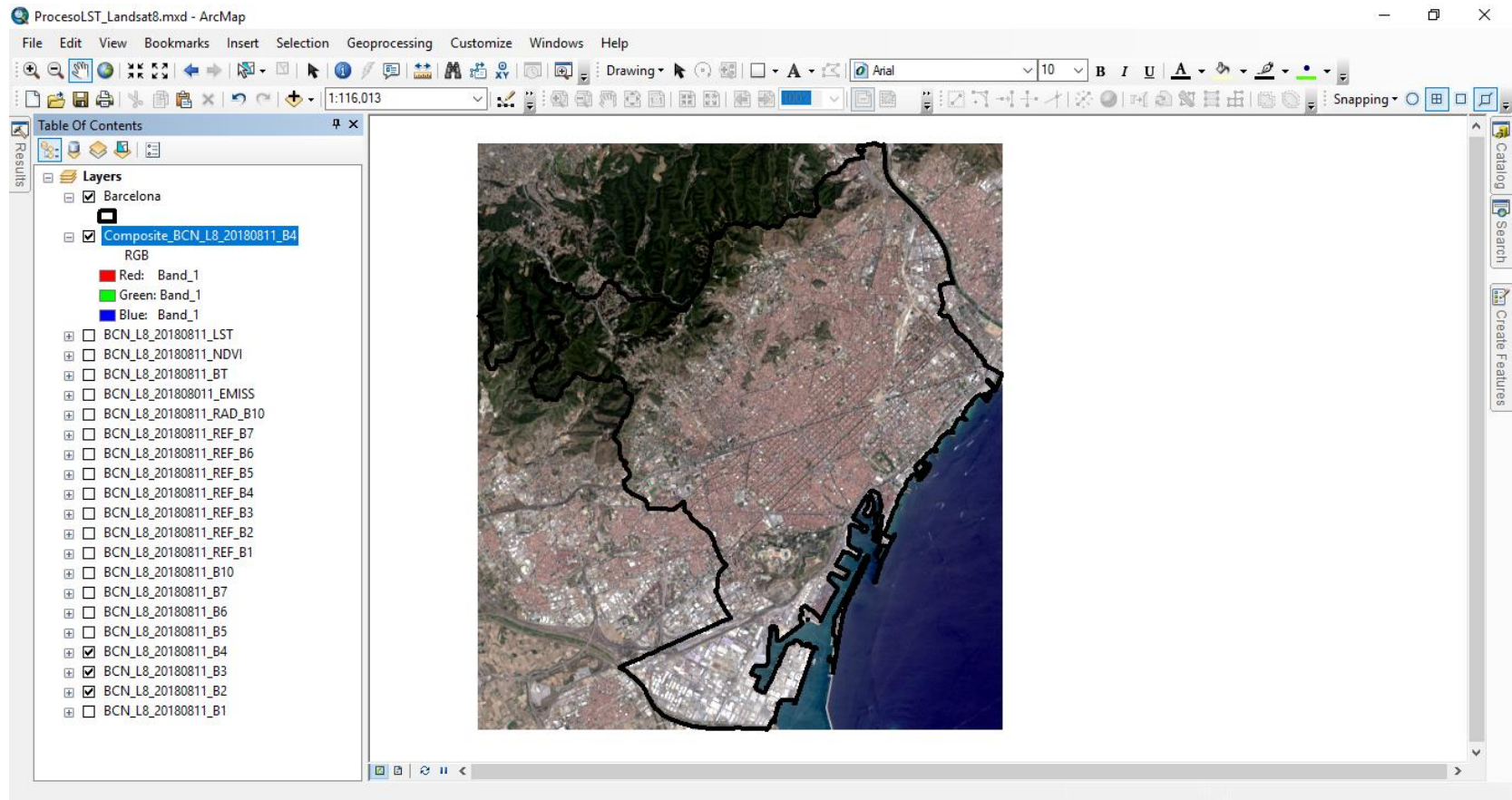
Color Natural

El color natural es la combinación (RGB) de las bandas roja (red B4), verde (green B3) y azul (blue B3).

1. *Windows > Image Analysis*
2. Tecla Ctrl > Click sobre B4, B3 y B2 (en ese orden)
3. Click a ícono de *Composite* > Cerrar Image Analysis

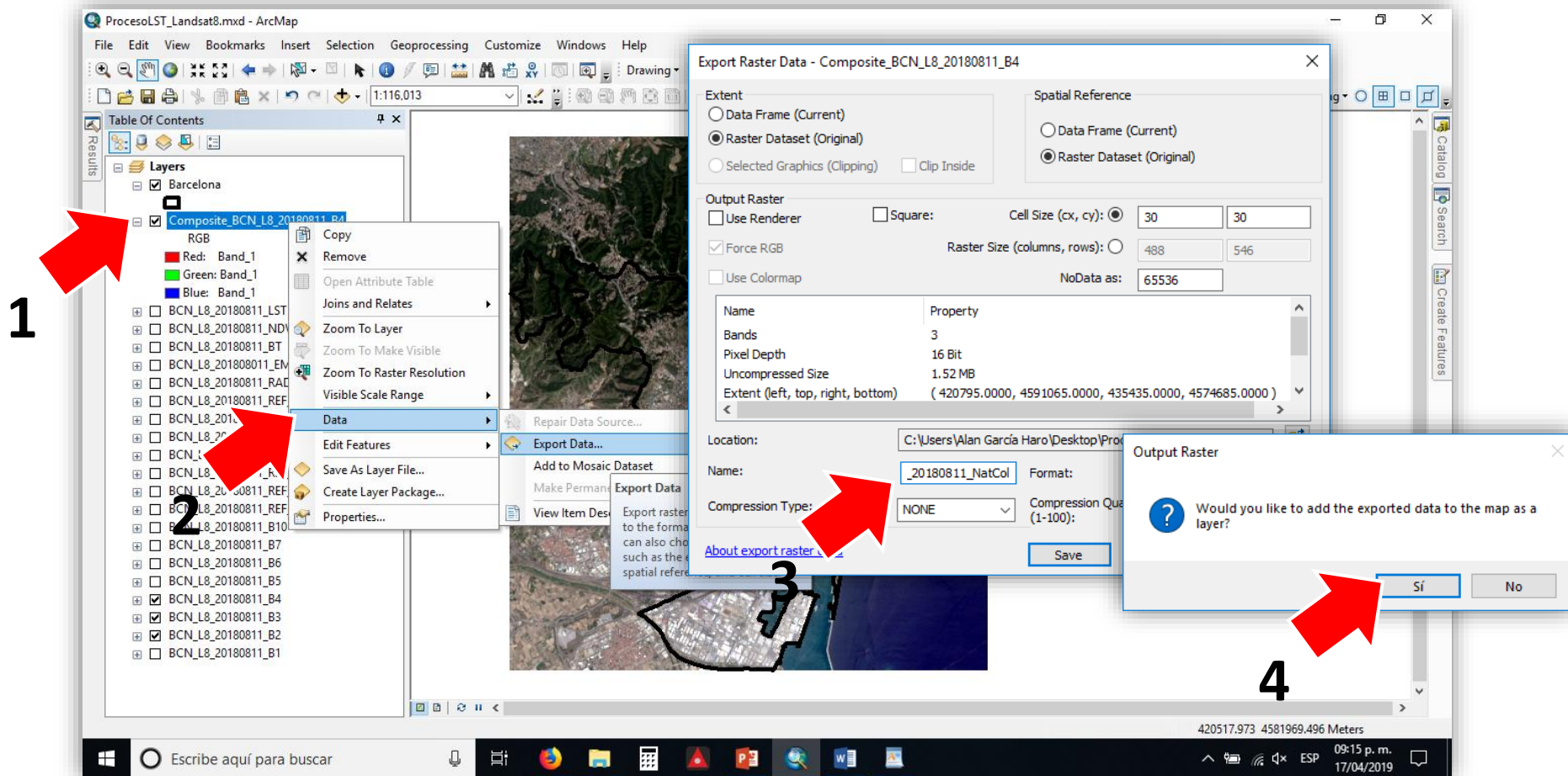


El color natural permite visualizar si nuestra área de estudio esta cubierta por nubes o si existe alguna anomalía en la atmósfera durante la adquisición de la imagen satelital.



La imagen resultante es una composición temporal, por lo que es necesario exportar el archivo para tener una copia independiente de esta imagen.

1. Click derecho sobre la capa
2. *Data > Export Data*
3. Escribir el nombre del archivo de salida > *Save*
4. Aceptar agregar imagen al mapa actual.



Extracción de datos de imágenes satelitales

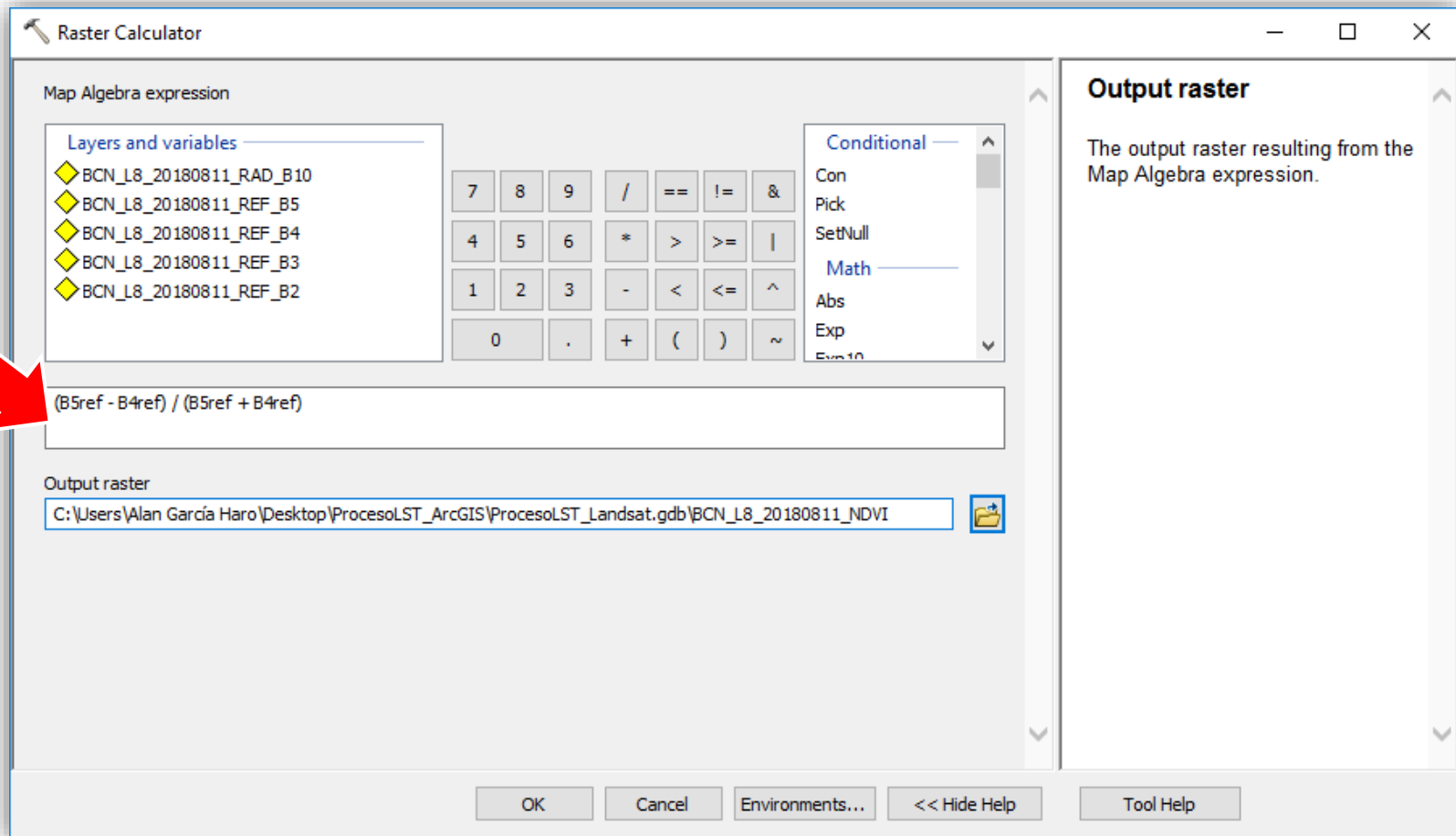
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

El NDVI es la interacción entre la banda de infrarrojo cercano (NIR B5) y la banda roja (RED B4), ambos en unidades de reflectancia.

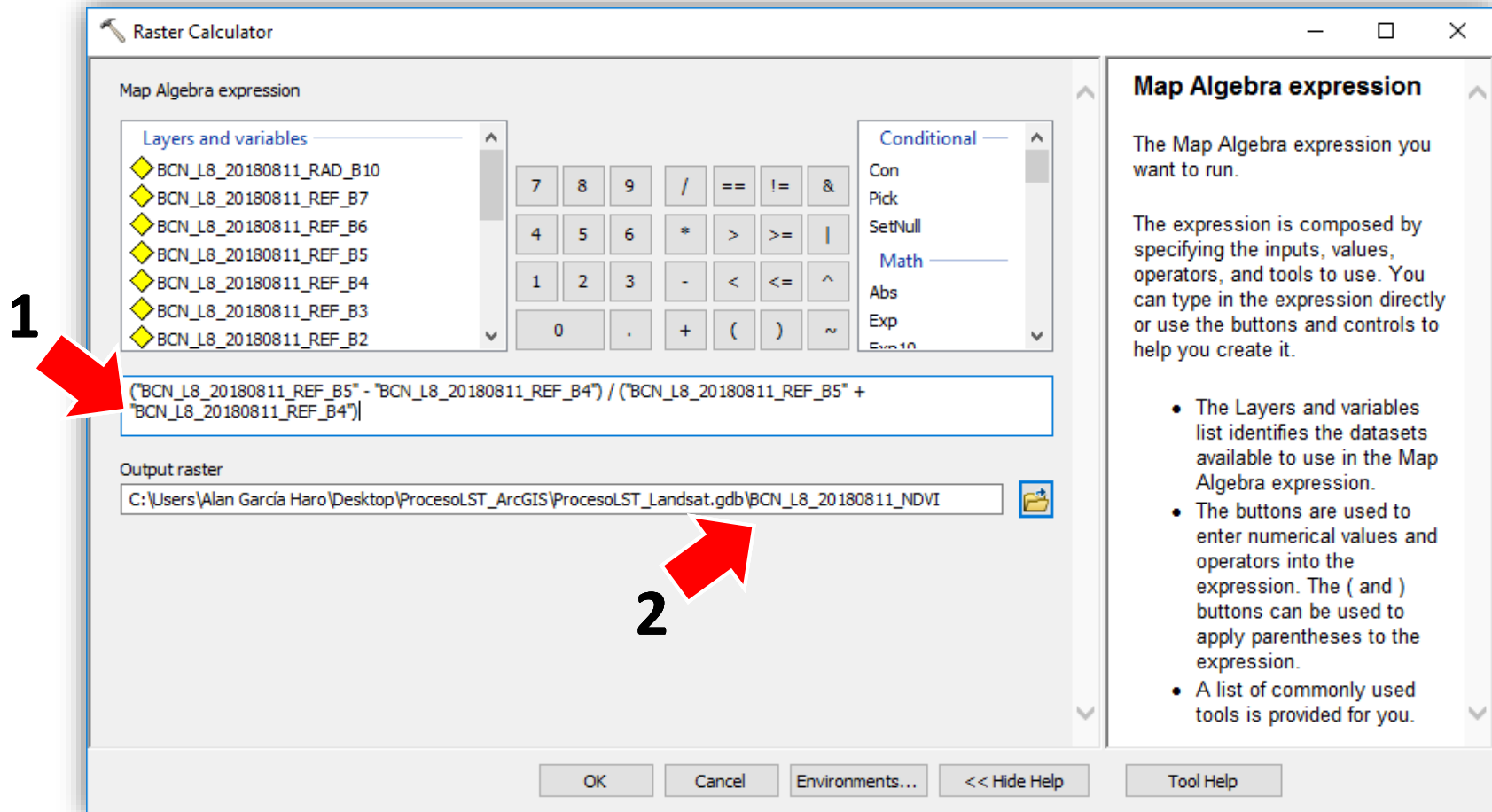
1. Insertar la siguiente fórmula:

$$(B5ref - B4ref) / (B5ref + B4ref)$$

1



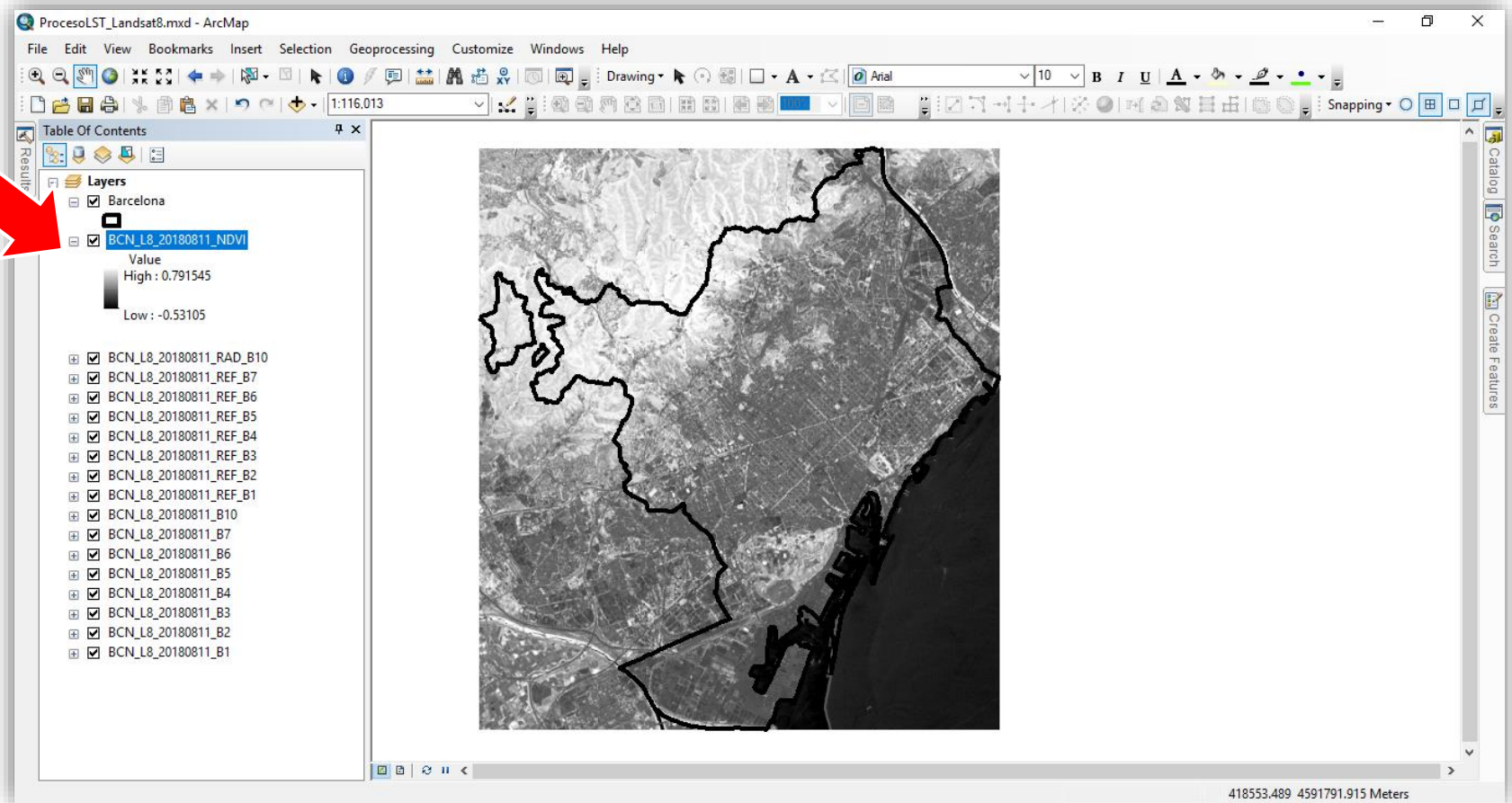
1. Sustituir con las bandas correspondiente (B4 y B5 pre-procesadas)
2. Definir nombre de archivo de salida



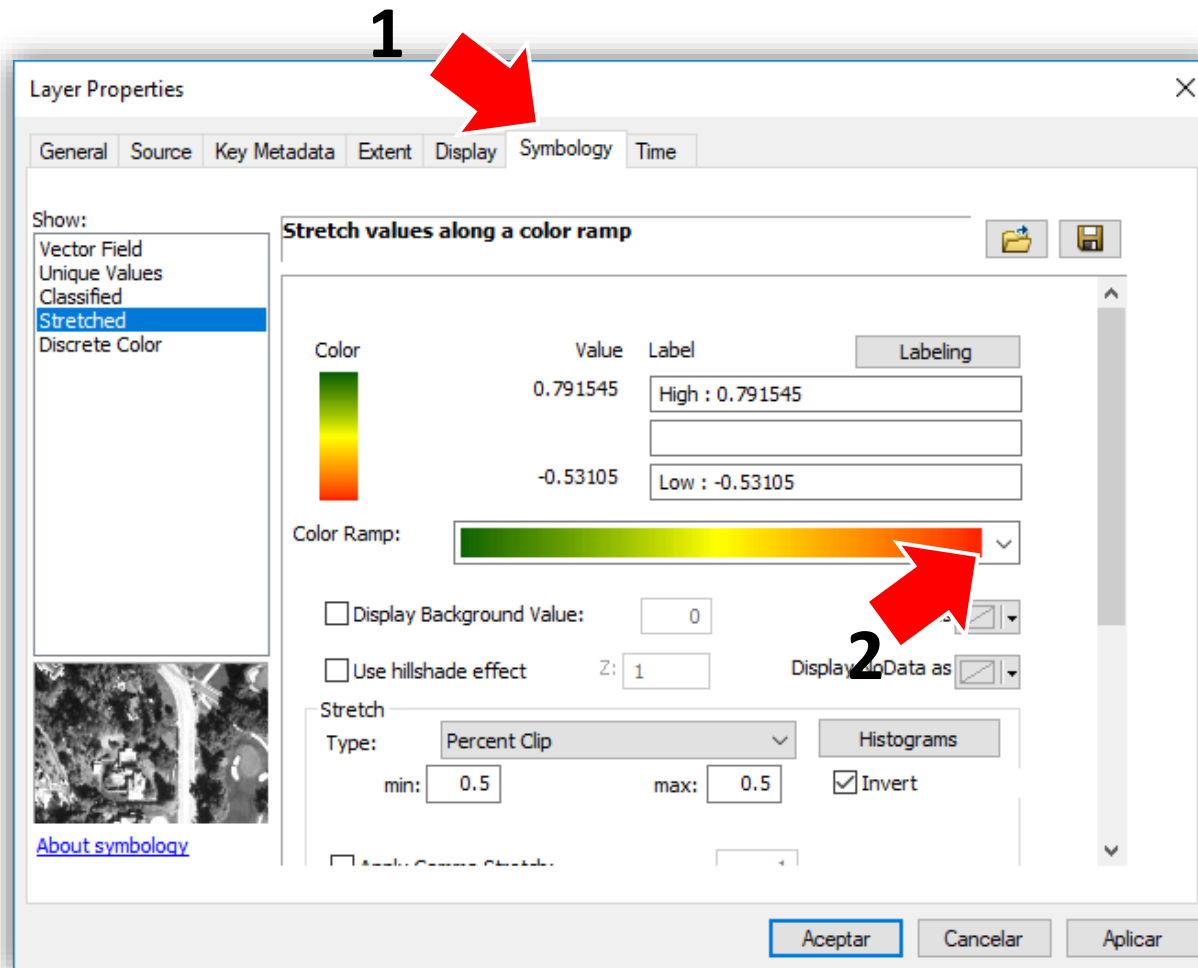
El NDVI resultante deberá estar en valores entre -1 a +1, cuanto menor el valor, menos calidad de vegetación.

1. Click derecho e ir a Propiedades o doble click sobre el nombre de la capa para editar visualización.

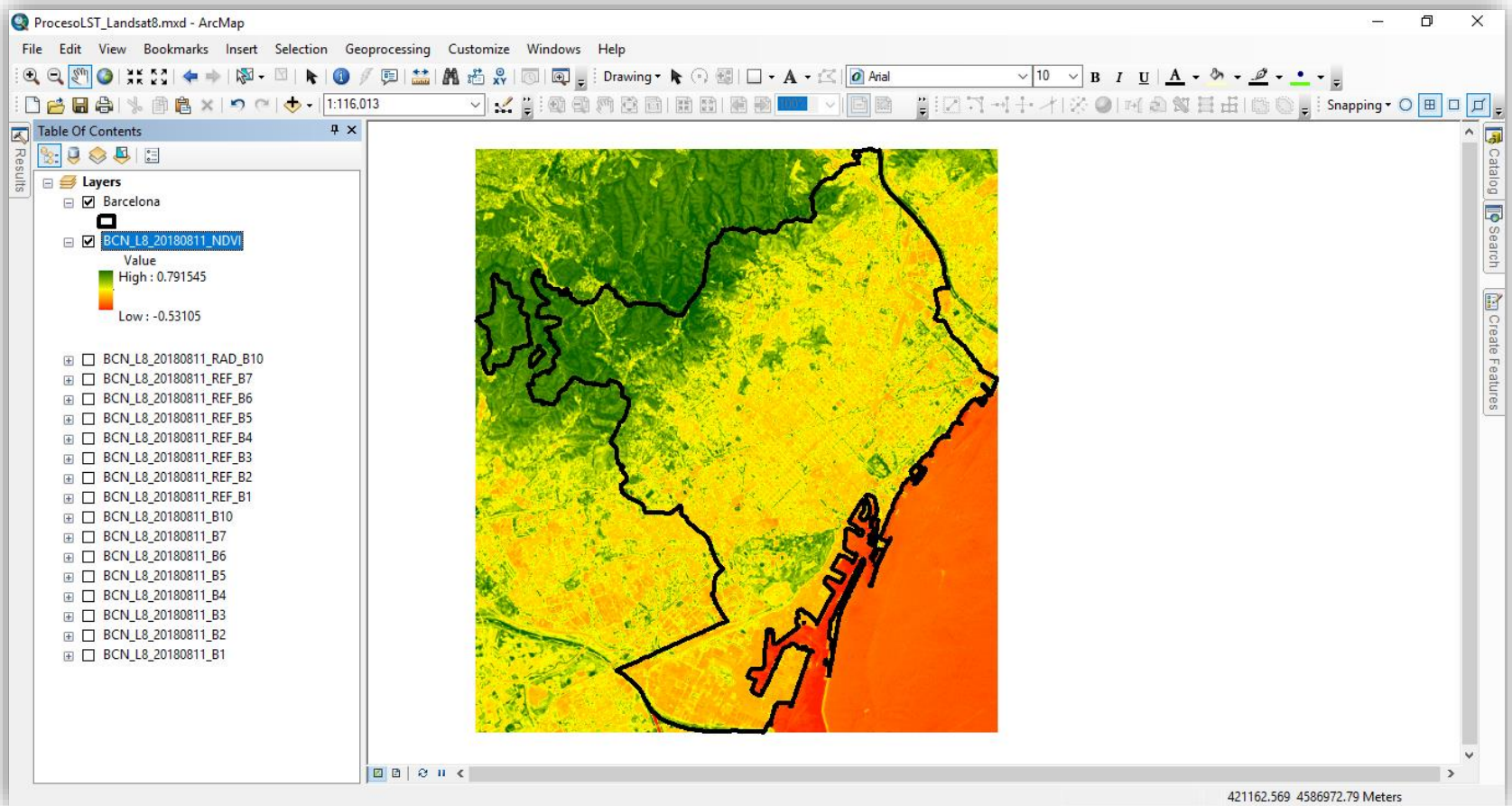
1



1. En Layer Properties ir a Symbology para editar colores.
2. Editar la banda de colores de visualización



La visualización se puede editar de acuerdo a la finalidad del estudio que se realiza. En este caso, la distinción de las áreas de alta calidad de vegetación se aprecia con una gama de colores verde-amarillo-rojo.



Extracción de datos de imágenes satelitales

Land Surface Emissivity (LSE)

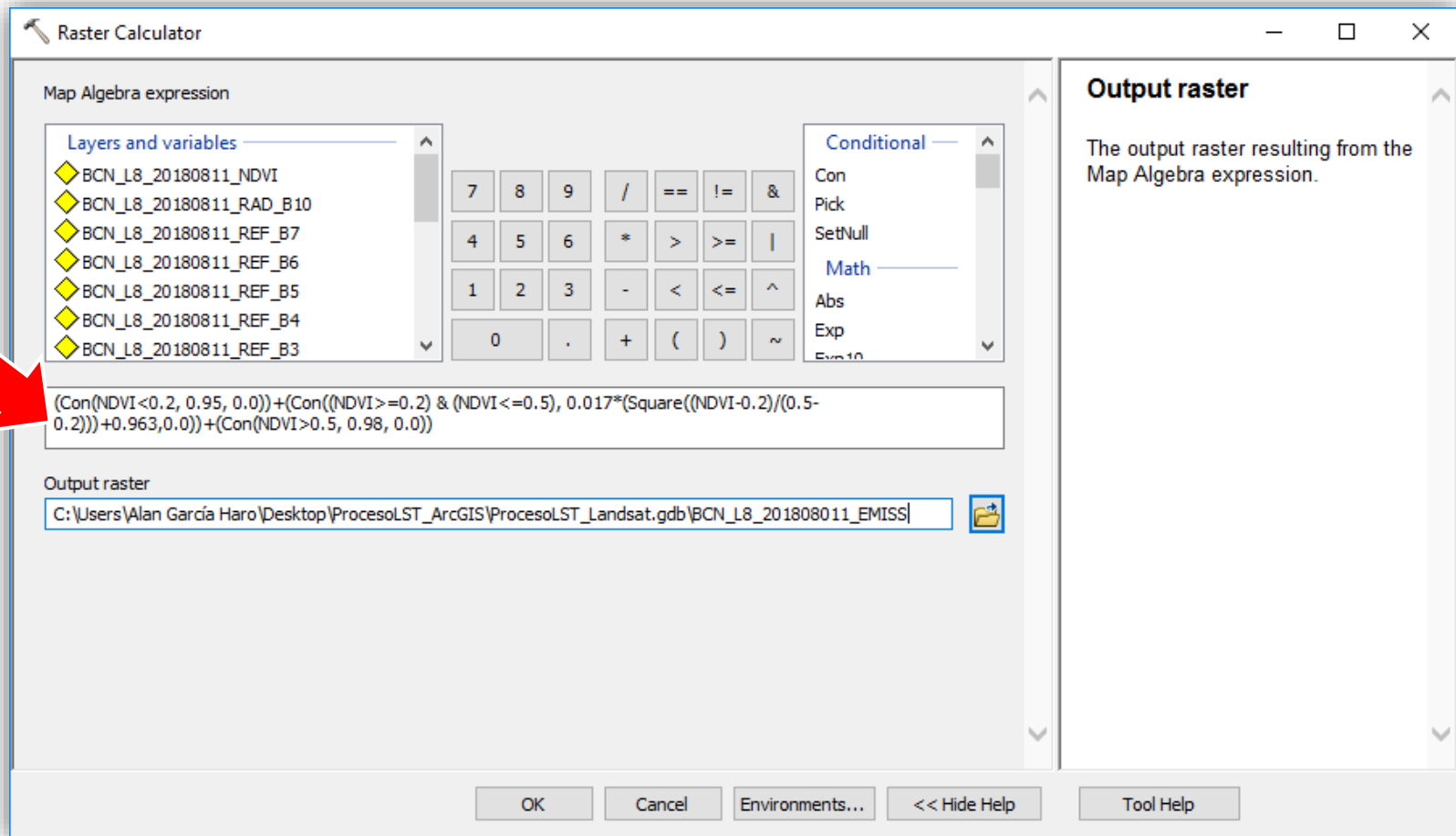
Esta información es fundamental en el cálculo de la Land Surface Temperature (LST)

El cálculo de emisividad del suelo se hace por medio del NDVI threshold method.

1. Insertar la siguiente fórmula en la calculadora ráster:

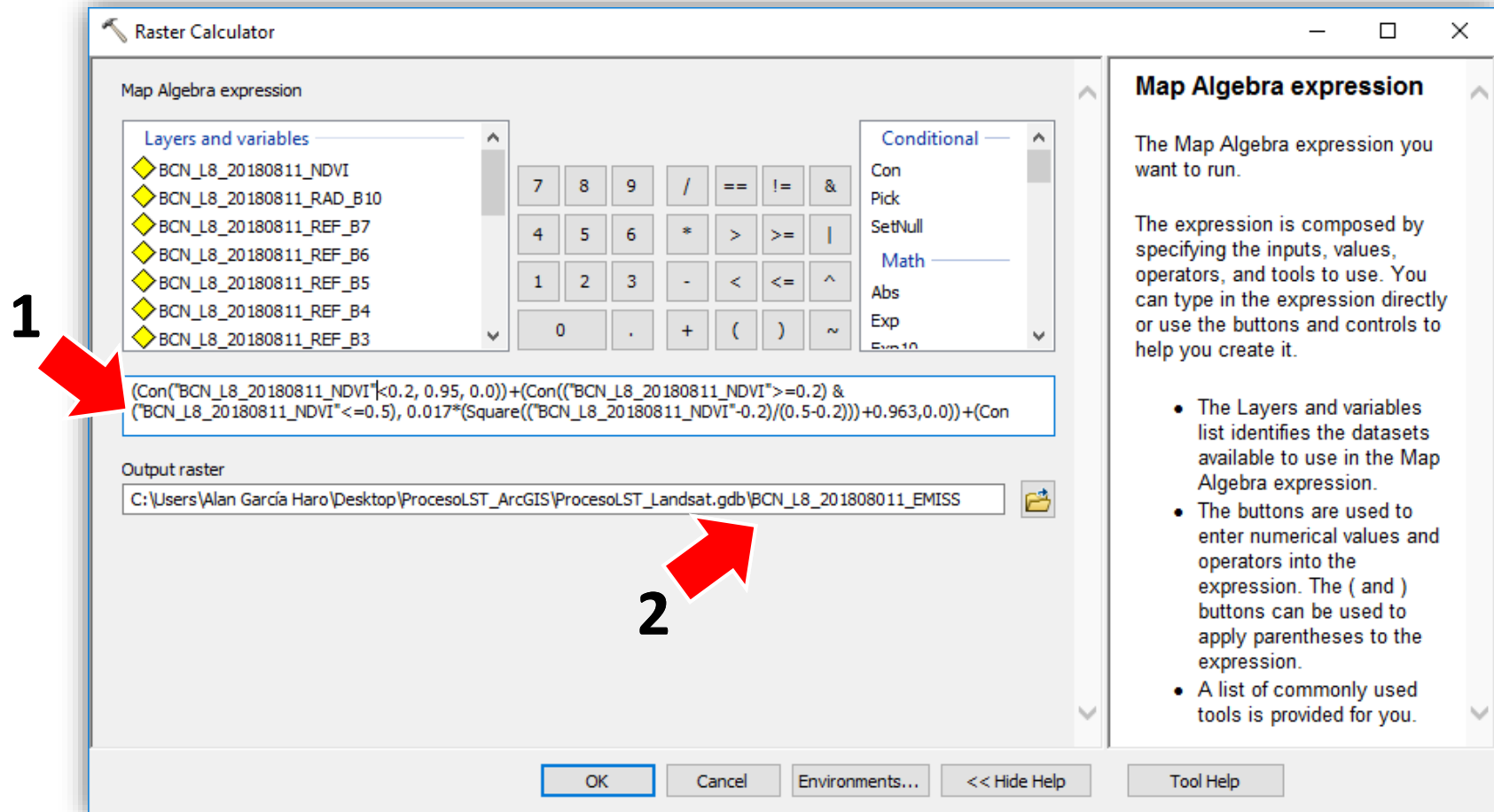
$(\text{Con}(\text{NDVI} < 0.2, 0.95, 0.0)) + (\text{Con}((\text{NDVI} \geq 0.2) \ \& \ (\text{NDVI} \leq 0.5), 0.017 * (\text{Square}((\text{NDVI} - 0.2) / (0.5 - 0.2)))) + 0.963, 0.0)) + (\text{Con}(\text{NDVI} > 0.5, 0.98, 0.0))$

1

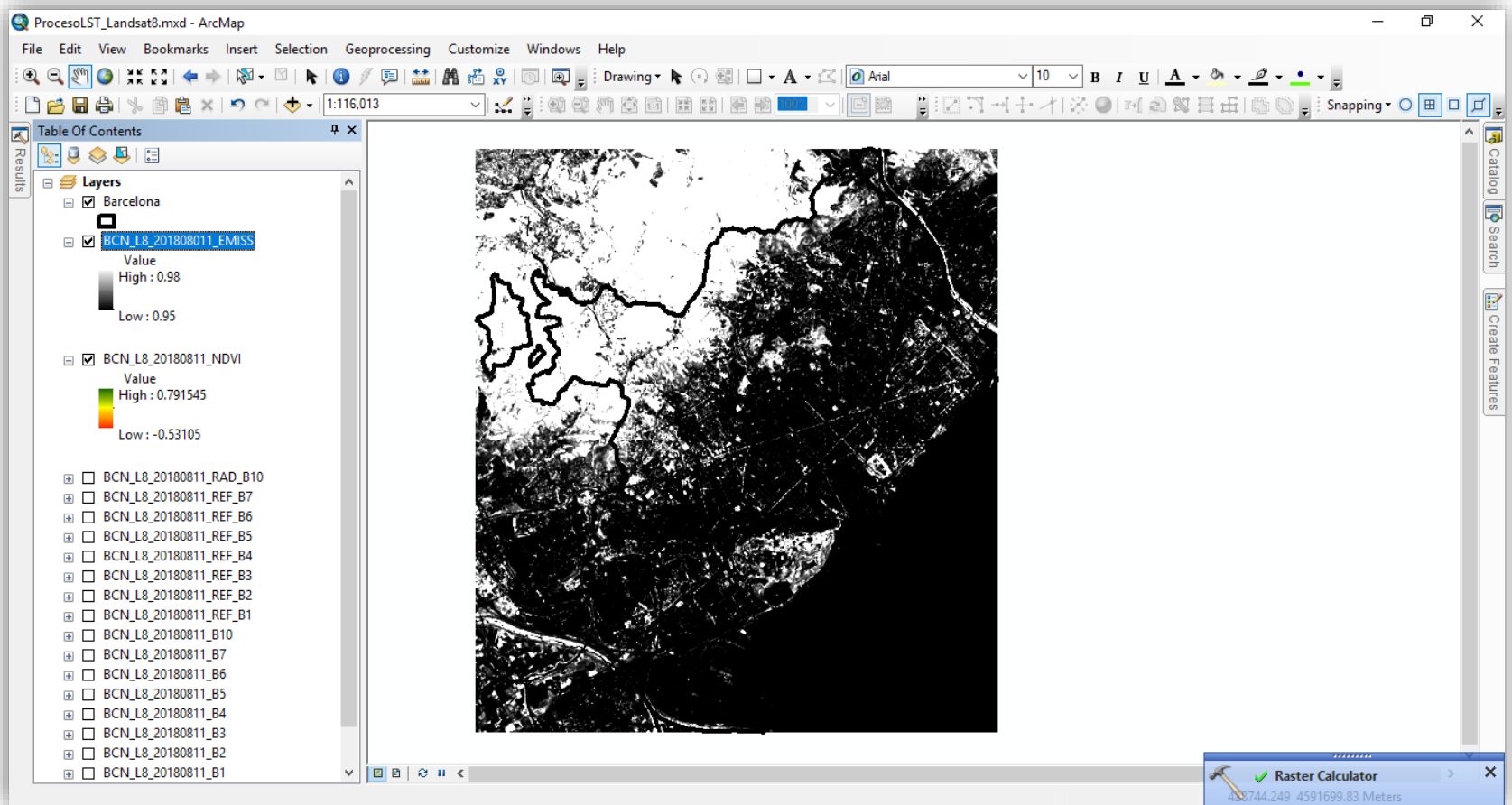


1. Sustituir **NDVI** con el NDVI calculado.
2. Definir nombre de salida del archivo

NOTA: tener cuidado de sustituir todos los NDVI con el NDVI calculado y no modificar el resto de la fórmula.



Visualización de la emisividad resultante. No es necesario editar la visualización.



Extracción de datos de imágenes satelitales

Sensor Brightness Temperature (BT)

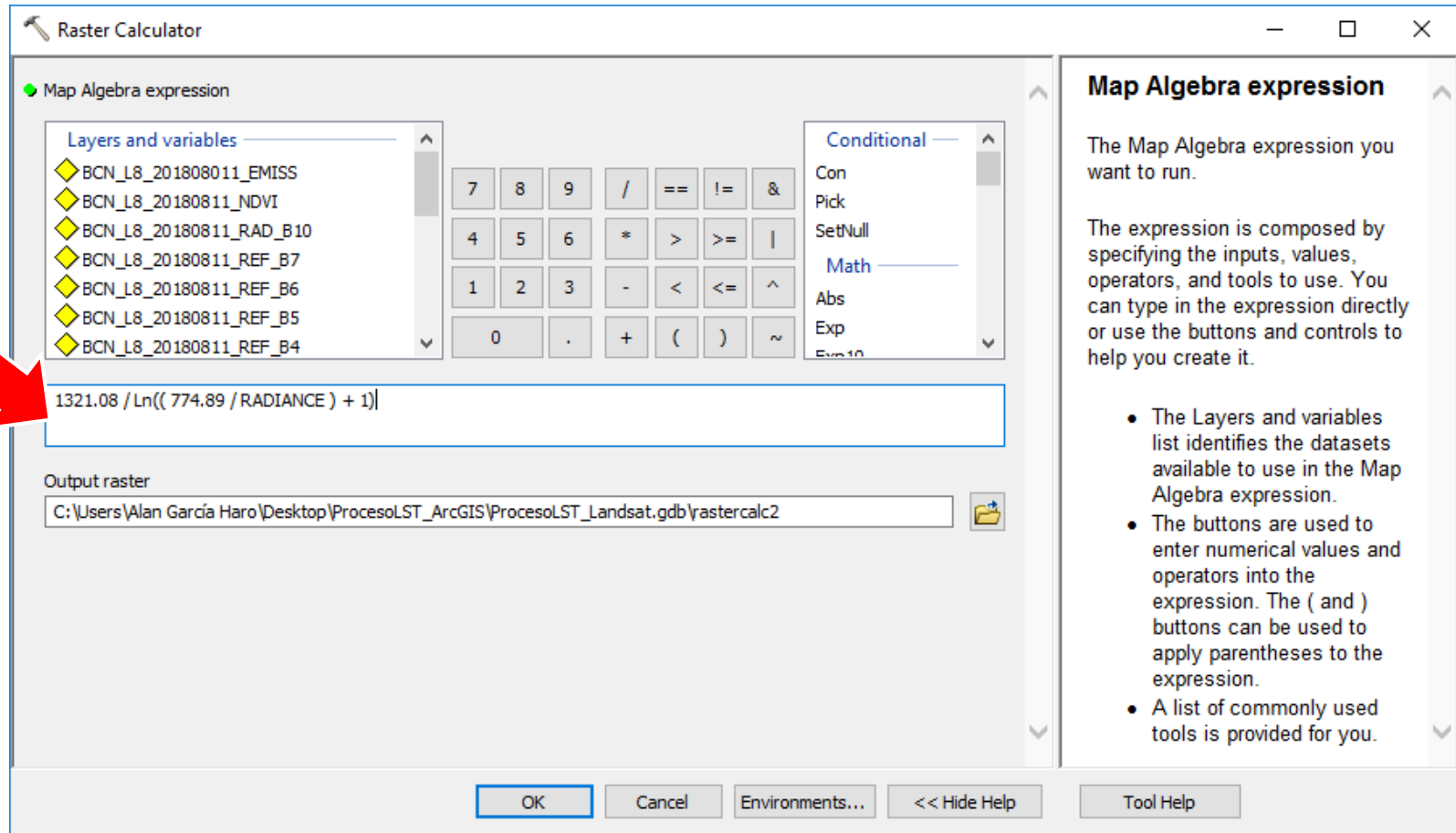
*Esta información es fundamental en el cálculo de la Land
Surface Temperature (LST)*

Se calcula con la corrección atmosférica de la radiancia.

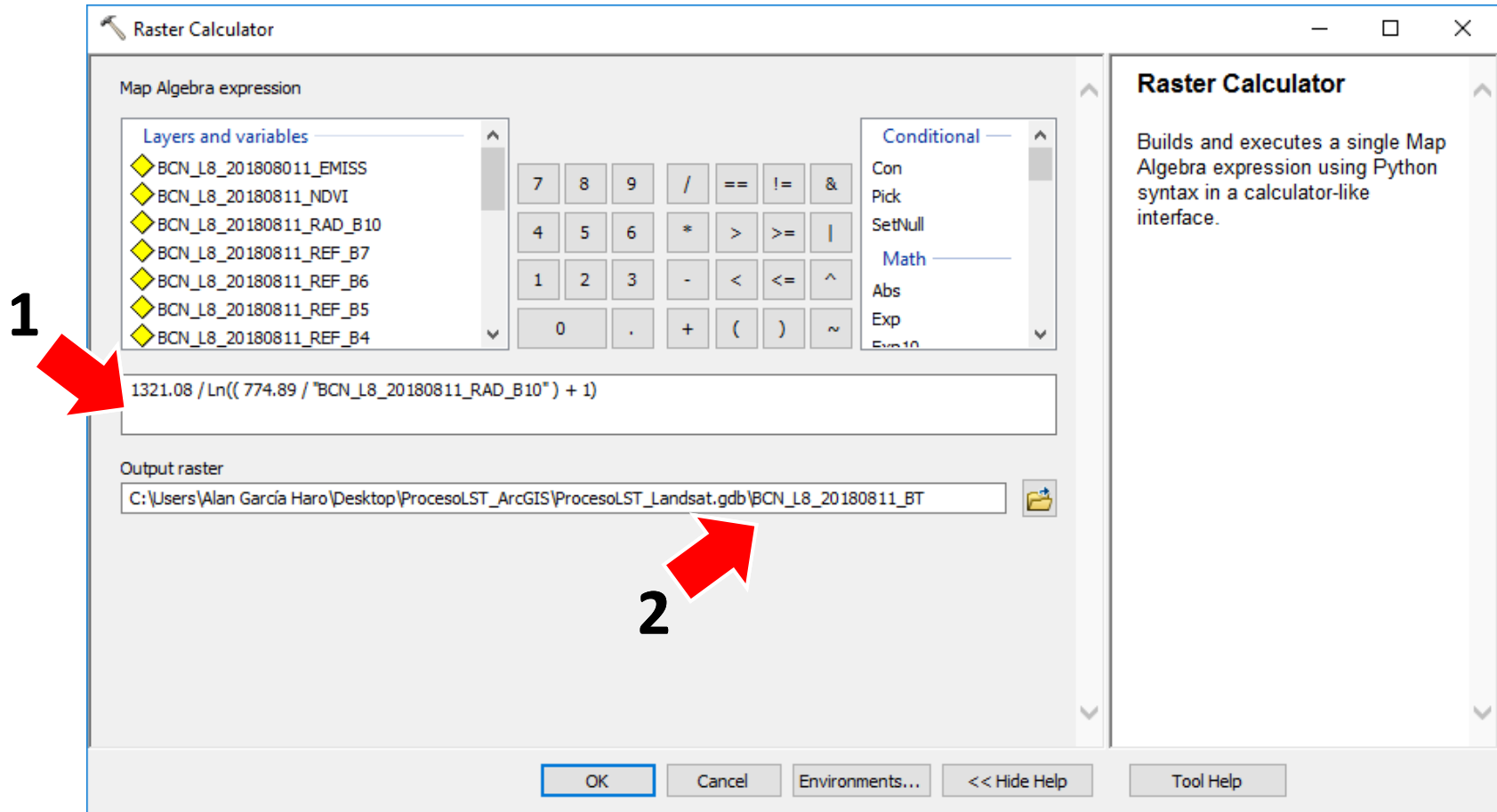
1. Insertar la siguiente fórmula en la calculadora ráster:

$$1321.08 / \ln((774.89 / \text{RADIANCE}) + 1)$$

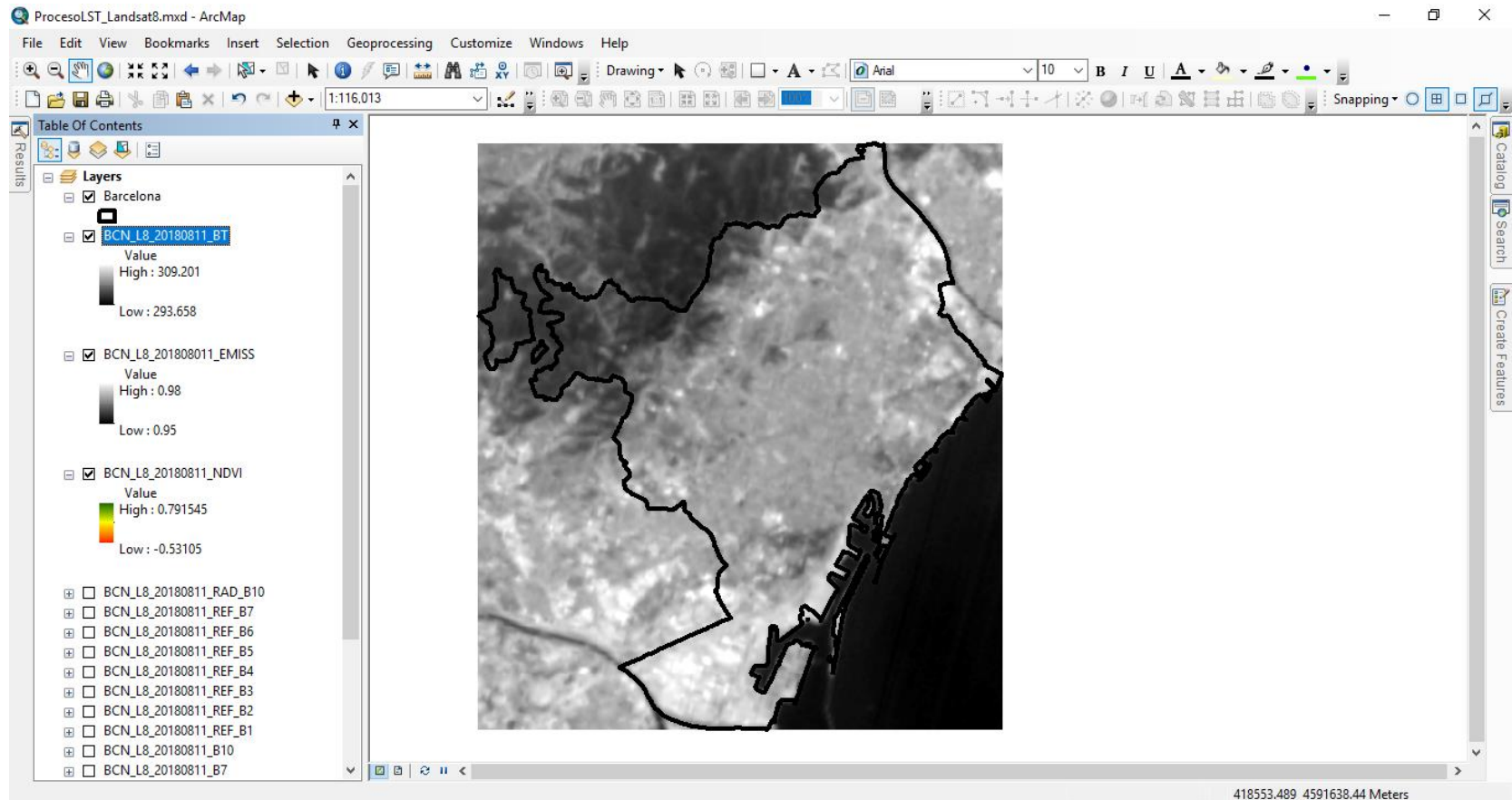
1



1. Sustituir **RADIANCE** con la B10 en unidades de radiancia.
2. Definir nombre de salida del archivo



La imagen resultante muestra la temperatura en grados Kelvin, por lo que los valores esperados 'deben ser positivos y mayores a los 200 grados. No es necesario editar esta imagen.



Extracción de datos de imágenes satelitales

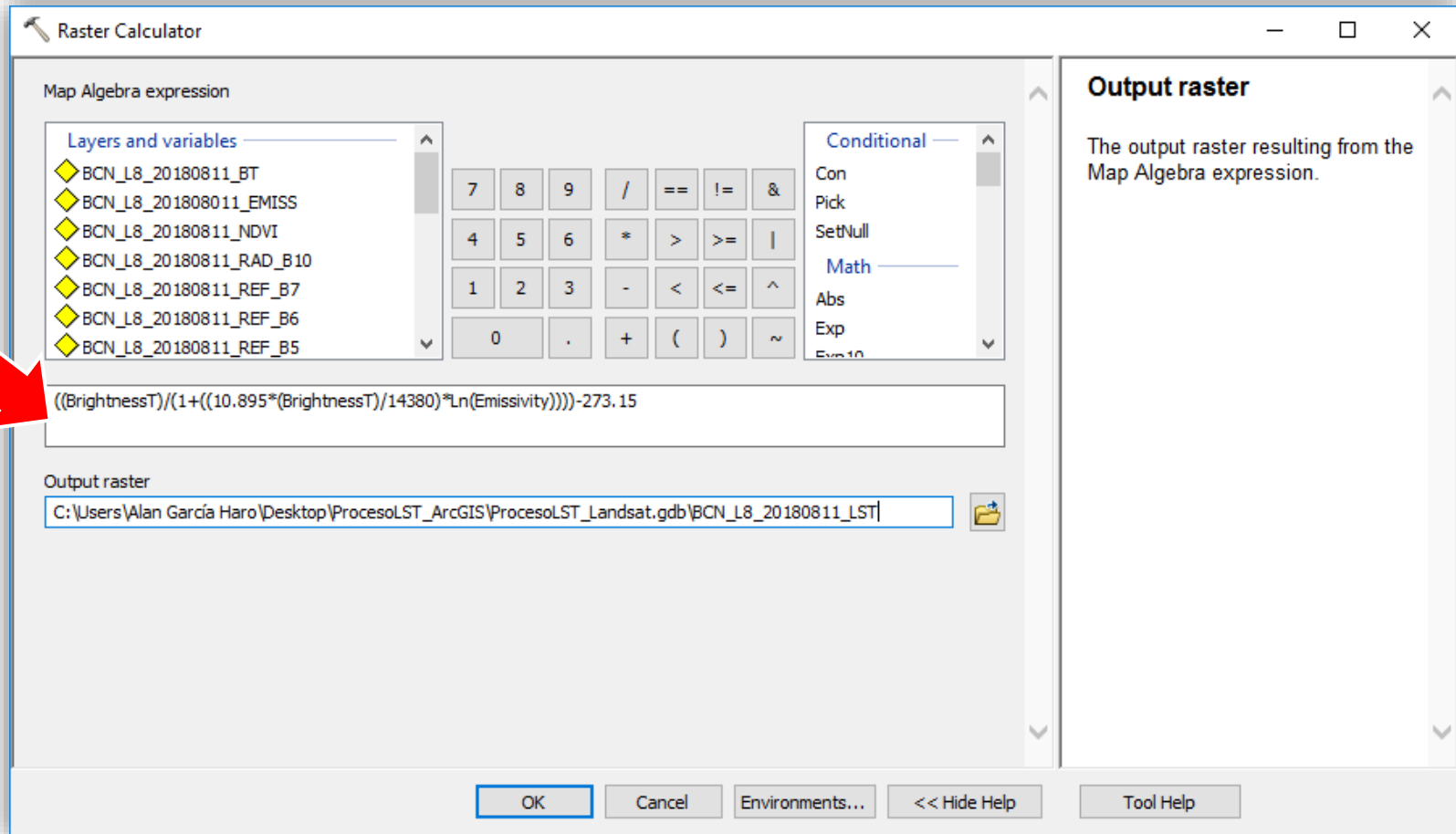
Land Surface Temperature (LST)

La LST se calcula con el Mono-window (Single channel) method con corrección por emisividad.

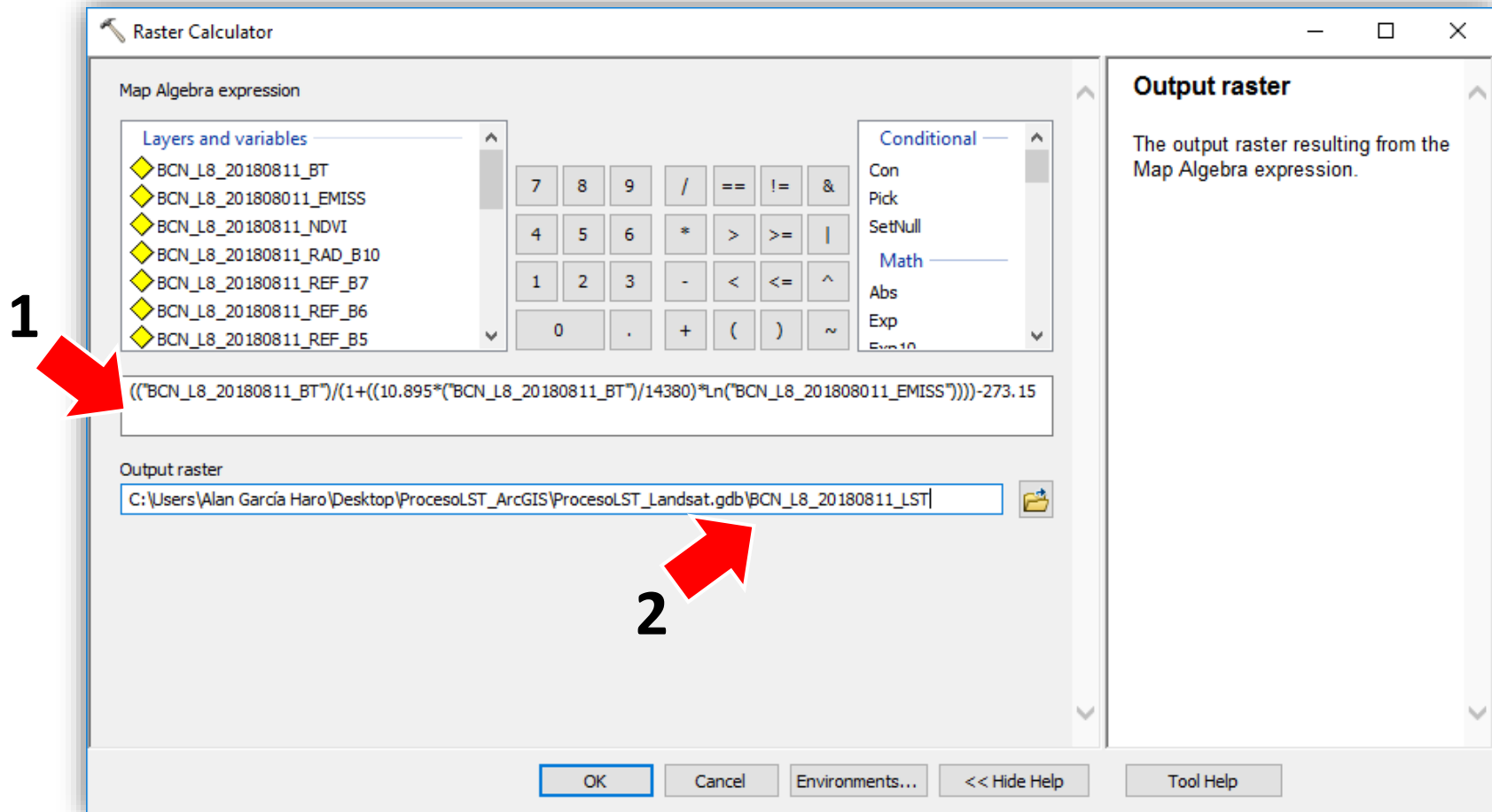
1. Insertar la siguiente fórmula en la calculadora ráster:

$$((\text{BrightnessT}) / (1 + ((10.895 * (\text{BrightnessT}) / 14380) * \ln(\text{Emissivity})))) - 273.15$$

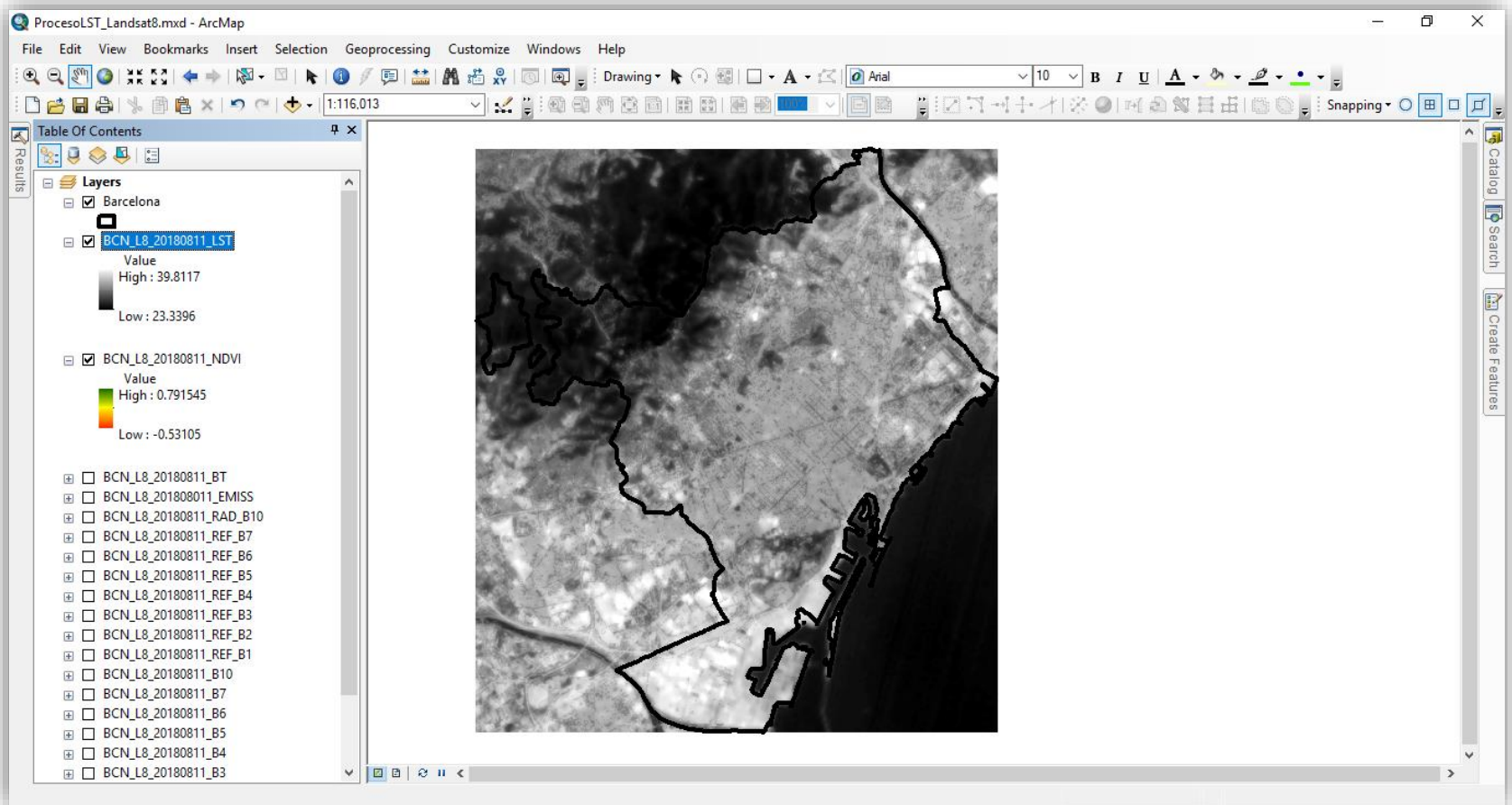
1



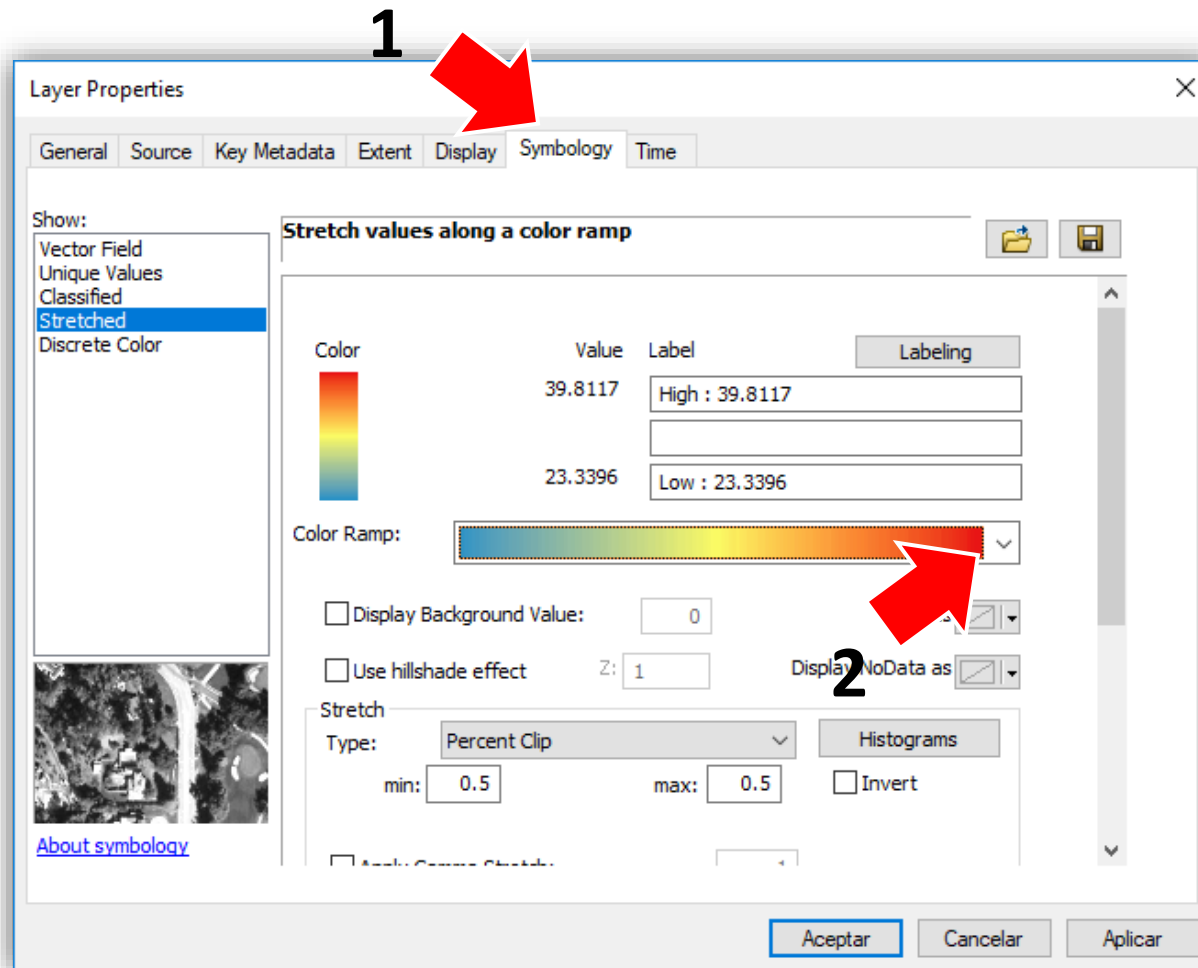
1. Sustituir **BrightnessT** y **Emissivity** con la BT y LSE calculadas.
2. Definir nombre del archivo de salida.



La LST resultante está en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), los valores deben estar en valores razonables dependiendo de la zona de estudio y la temporada del año.
Editar la visualización.



1. En Layer Properties ir a Symbology
2. Seleccionar una banda de colores que represente la temperatura.



Visualización de la LST del área de estudio para un día de agosto con una gama de colores rojo-amarillo-azul.

